

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS A PARTIR DEL
ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y
REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES DEL EJE CAFETERO EN EL
MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS RISARALDA**

DANIELA TORRES SALAZAR

MICHELLE QUINTERO TABORDA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

PEREIRA

2016

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS A PARTIR DEL
ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y
REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES DEL EJE CAFETERO EN EL
MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS RISARALDA**

DANIELA TORRES SALAZAR

MICHELLE QUINTERO TABORDA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de

Pregrado de:

ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

Director de proyecto de grado:

JORGE AUGUSTO MONTOYA ARANGO

PhD. Msc. ING. MECÁNICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

PEREIRA

2016

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Pereira, mayo del 2016.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios y a nuestra familia

AGRADECIMIENTOS

A:

Quiero agradecer principalmente a Dios por guiarme y enseñarme el camino para lograr cada una de mis metas y propósitos, por brindarme la fortaleza para superar todos los obstáculos y terminar esta etapa de mi vida con éxito.

Agradezco a mi madre y hermanos quienes han estado siempre presentes durante este proceso ofreciéndome un apoyo incondicional y unificando esfuerzos para permitir la culminación de mi carrera profesional, a ellos agradezco por colmar mi vida de amor, felicidad y armonía enseñándome el valor de la lucha y la perseverancia.

A Michelle mi compañera de colegio, de universidad y de trabajo de grado quien además de ser mi amiga ha sido mi confidente, estando presente en las etapas más importantes de mi vida, dejando una huella y experiencias inolvidables en el camino.

Al programa Risaralda Profesional por brindarme la oportunidad de realizar una carrera universitaria aportando a mi formación para convertirme en un profesional integral, entendiendo la importancia de la responsabilidad social, el compromiso y la dedicación.

A todos los docentes que aportaron grandes conocimientos y enseñanzas a lo largo del proceso, al asesor Andrés Prieto por su tiempo y compromiso y al director Jorge Augusto Montoya por permitir la realización de este trabajo y su exitosa culminación.

A todos ustedes gracias infinitas.

Daniela Torres Salazar

A:

Dios por darme la vida y haberme permitido llegar hasta acá, por mostrarme el camino correcto y darme las fuerzas para superar obstáculos y agradecer por mi triunfo y mis alegrías. Gracias Dios, porque a mi lado estas día a día, ayudándome a enfrentar retos con tu sabiduría.

A mis padres, el mejor regalo de Dios y a quienes les debo mi vida, los seres más importantes, valiosos y admirables, sin ellos no hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Gracias por su apoyo incondicional, por su lucha, esfuerzo y amor; pues ellos han sabido guiarme, levantarme y sostenerme en el camino, gracias a ellos culmine mi carrera y mi logro es para ustedes.

A mi hermano, mi ángel de la guarda quien siempre me quiso ver triunfar, que desde el cielo me protegió y me dio la fortaleza y valentía para salir adelante, mi mayor logro por él y para él, quien ayer estaba a mi lado y hoy en el cielo pero mañana siempre juntos en memoria y corazón al mejor hermano.

A mi familia por el apoyo y confianza brindada a lo largo de mi carrera, a los presentes y a los ausentes gracias por creer en mí y verme crecer como persona.

A mi compañero de vida quien llevo para brindarme su amor y su apoyo incondicional, quien es mi bendición y un regalo que Dios puso en mi camino, por acompañarme en mis alegrías y tristezas, por sus consejos y por estar pendiente de mí en cada situación y por tener la palabra de aliento en el momento preciso.

A mi compañera y amiga Daniela Torres Salazar quien estuvo conmigo durante toda mi carrera, por todas las horas y momentos compartidos, por su apoyo y por crecer juntas en esta etapa de la vida.

A los Docentes quienes sembraron conocimientos y valores que permanecerán por siempre. Al director y asesor de tesis por sus aportes, compromiso y tiempo para el desarrollo del trabajo de investigación.

A todas las personas que estuvieron presentes y contribuyeron en esta etapa de mi vida.

Michelle Quintero Taborda

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVOS	4
1.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.2 SISTEMATIZACIÓN	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL	12
4.1 MARCO NORMATIVO.....	19
5. MÉTODO.....	22
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
7. LÍNEA BASE.....	25
7.1. ÁREA DE ESTUDIO DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES	25
7.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES	28
7.2.1. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL CRRR-EC.....	30
7.2.2. RECUPERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES	32
7.2.3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.....	33
7.2.4. IDENTIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE CONTENIDO EN CILINDROS	33
7.2.5. REGENERACIÓN DE LOS GASES REFRIGERANTES	33
7.2.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.....	34
7.2.6.1. PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR EL CONTENIDO DE AGUA.....	34
7.2.6.2. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR CLORO.....	35

7.2.6.3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ACIDEZ.....	36
7.2.6.4. PRUEBA DE SÓLIDOS Y PARTÍCULAS	37
7.2.6.5. CROMATOGRAFÍA	38
7.2.7. ENTREGA DEL REFRIGERANTE REGENERADO	41
7.2.7.1. MANTENIMIENTO.....	41
8. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL MANEJO ACTUAL DE LOS GASES REFRIGERANTES HFC R-134A Y HCFC R-22.....	42
8.1. ENTREVISTA INFORMAL PARA OBTENER INFORMACIÓN PRIMARIA Y ANÁLISIS DE DATOS SUMINISTRADOS POR EL CRRR-EC PARA DETERMINAR IMPACTOS SIGNIFICATIVOS	42
8.2 IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES	42
8.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES.....	44
8.2.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	49
8.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.....	54
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES	60
9.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	60
10. PLAN DE CONTINGENCIA PARA LAS INSTALACIONES DEL CRRR-EC	80
10.1. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL DERRAME DE ACEITES LUBRICANTES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	80
10.2. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EXPLOSIÓN E INCENDIOS.....	84
10.3. PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS	94
11. PRESUPUESTO TOTAL DE MEDIDAS AMBIENTALES Y PLAN DE CONTINGENCIA.....	97
12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	98
13. CONCLUSIONES	100
14. RECOMENDACIONES.....	101

15. BIBLIOGRAFÍA.....	102
------------------------------	------------

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Consumo de SAO para actividades generales de mantenimiento.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2. Uso de CFC-12 por sector en Pereira y Dosquebradas</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3. Uso de CFC-12 por sector en Manizales.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Uso de CFC-12 por sector en Armenia.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5. Clasificación de Impactos.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 6. Priorización en la valoración de los impactos ambientales: alto y severo:</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7. Criterios de selección de medidas de manejo ambiental.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 8. Costo total de establecimiento de área de almacenamiento</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 9. Clasificación de químicos usados en los procesos de pruebas de calidad</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 10. Presupuesto total de las medidas de manejo ambiental y plan de contingencia</i>	<i>97</i>

LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Marco normativo.</i>	19
<i>Cuadro 2. Diseño metodológico.</i>	23
<i>Cuadro 3. Etapas y componentes del Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes</i>	43
<i>Cuadro 4. Matriz de priorización de Acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI)</i>	45
<i>Cuadro 5. Ficha de monitoreo para la prevención del impacto (-) severo.</i>	67
<i>Cuadro 6. Ficha de monitoreo para la implementación de área de almacenamiento.</i>	71
<i>Cuadro 7. Ficha de monitoreo para maximizar el aumento en la calidad del medio ambiente.</i>	74
<i>Cuadro 8. Ficha de monitoreo para la continuidad de buenas prácticas de refrigeración.</i>	78
<i>Cuadro 9. Ficha de seguimiento para las medidas de manejo ambiental.</i>	79
<i>Cuadro 10. Clasificación de gas refrigerante R22 y R134a.</i>	89
<i>Cuadro 11. Clasificación de gas refrigerante R134a</i>	91

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Sistema operativo de equipo de refrigeración</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2. Puntos del sistema de refrigeración donde se presentan fallas con mayor frecuencia.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Uso de CFC-12 por sector en Pereira y Dosquebradas</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4. Uso de CFC-12 por sector en Manizales.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5. Uso de CFC-12 por sector en Armenia.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. Ubicación geográfica del centro de refrigeración, Dosquebradas</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Red Nacional de Recuperación, Reciclaje y Regeneración de Gases Refrigerantes en Colombia.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Esquema de funcionamiento del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Diagrama de proceso de Recuperación</i>	<i>29</i>
<i>Figura 10. Diagrama de proceso de Regeneración.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11. Diagrama de proceso de las pruebas de laboratorio.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12. Distribución de áreas del Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13. Estado actual del Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Esquema cromatógrafo de gases.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15. Ficha de manejo ambiental para la contaminación del agua por aceite usado.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 16. Ficha de manejo ambiental para la contaminación del agua por mezcla de sustancias químicas.</i>	<i>70</i>

Figura 17. Ficha de manejo ambiental para maximizar el aumento en la calidad del medio ambiente.....73

Figura 18. Ficha de manejo ambiental para el mejoramiento en la salud humana.....77

Figura 19. Plan operativo para la atención de emergencias por derrame de aceites y sustancias químicas83

Figura 20. Plan operativo para la atención de emergencias por explosión e incendios por fuga de gases refrigerantes y manejo inadecuado de sustancias químicas.93

LISTA DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Entrevista Informal</i>	<i>105</i>
<i>Anexo 2. Matriz de acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI)</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 3. Matriz de impactos ambientales.....</i>	<i>111</i>
<i>Anexo 4. Costos específicos de medida para contaminación del agua por sustancias químicas.....</i>	<i>117</i>
<i>Anexo 5. Evidencia fotográfica resultante de la observación en el CRRR-EC para llevar a cabo la caracterización de las actividades y determinar los principales problemas ambientales.....</i>	<i>121</i>

GLOSARIO

LISTA DE SIGLAS

AMCO: El Área Metropolitana Centro Occidente

ARI: Instituto de Aire Acondicionado y Refrigeración

ASPI: Acciones Susceptibles a producir Impactos

CARDER: Corporación Autónoma Regional de Risaralda

CFC: clorofluorocarbonos

CRRR-EC: Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes del Eje Cafetero

CVC: Corporación Autónoma del Valle del Cauca

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

HFC: Hidrofluorocarburos

ICA: El Índice de Calidad del Aire

MAVDT: Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo

PAO: Potencial Agotador de Ozono

PCG: Potencial de Calentamiento Global

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SAO: Sustancias Agotadoras de Ozono

SVCA Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire

UTO: Unidad Técnica de Ozono

UTP: Universidad Tecnológica de Pereira

UV-B: ultravioleta-B

LISTA DE TÉRMINOS

ASPECTO AMBIENTAL: son los elementos relacionados con los proyectos, productos y servicios que interactúan con el entorno.

IMPACTO AMBIENTAL: alteración o cambio que se produce en el ambiente o entorno a causa de la actividad humana

RECUPERACIÓN: Proceso para retirar un refrigerante en cualquier condición de un sistema de refrigeración.

REGENERACIÓN: Tratamiento del refrigerante usado para que cumpla con las especificaciones del producto nuevo.

RESUMEN

Colombia, como país firmante del Protocolo de Montreal se ha propuesto diferentes objetivos necesarios para lograr la disminución del consumo de SAO (sustancias agotadoras de ozono) en su territorio, en especial el consumo relacionado con refrigerantes de la familia de los CFC.

La refrigeración hace parte hoy de las principales cadenas de consumo y se convierte en un renglón importante de la economía nacional. En medio de esta dinámica, surgen los técnicos como actores principales en la conservación, el mantenimiento y la reparación de los aparatos refrigeradores.

El sector del servicio técnico y mantenimiento en refrigeración reporta, en Colombia, los mayores índices de consumo de CFC asociado con las necesidades propias de su oficio pero también con la práctica de procedimientos incorrectos y la ausencia de mecanismos eficaces para permitir la recuperación y reciclaje de los refrigerantes.

De esta manera surge el establecimiento del CRRR-EC como alternativa para disminuir la liberación de gases refrigerantes a la atmosfera pero también para cubrir la demanda de los refrigerantes R134a y R-22 cuando la oferta en el mercado sea baja y reducir el consumo de refrigerante virgen, haciendo de la regeneración una herramienta económica y eficaz. Los servicios prestados por el centro se basan en la recuperación con una unidad móvil, la regeneración, las pruebas de calidad en laboratorio, asistencia técnica y capacitación.

Por lo anterior se hace necesaria la realización de una evaluación de los impactos ambientales positivos y negativos que puedan generarse a partir del establecimiento y operación del CRRR-EC. Dicha EIA consiste en caracterizar cada una de las actividades y procesos que se ejecutan en el centro llevando a cabo la identificación, análisis y calificación de los aspectos e impactos ambientales presentes para posteriormente proponer medidas de manejo ambiental que permitan prevenir y mitigar las consecuencias negativas como también realizar seguimiento y monitoreo a las acciones positivas con el fin de maximizar su beneficio.

Palabras claves: refrigerantes, recuperación, regeneración, aspecto ambiental, impacto ambiental, plan de manejo.

ABSTRACT

Colombia, as a signatory to the Montreal Protocol has set different goals necessary to achieve the decrease in consumption of ODS (ozone depleting substances) in its territory, especially related to family refrigerant CFC consumption.

Refrigeration today is part of major chains and consumption becomes an important item in the national economy. In the midst of this dynamic, technicians emerge as major players in conservation, maintenance and repair of refrigerators devices.

The sector service and maintenance on refrigeration reports in Colombia, the highest rates of CFC consumption associated with the specific needs of their craft but also with the practice of improper procedures and the absence of effective mechanisms to allow recovery and recycling refrigerants.

This way, the establishment of CRRR-EC emerges as an alternative to reduce the release of refrigerant gases into the atmosphere but also to meet the demand of R134a and R-22 refrigerant when the supply in the market is low and reduce consumption of refrigerant virgin, making regeneration an economic and effective tool. The services provided by the center are based on a mobile unit recovery, regeneration, quality testing laboratory, technical assistance and training.

Therefore conducting an assessment of the positive and negative environmental impacts that may be generated from the establishment and operation of CRRR-EC is necessary. Such EIA is to characterize each of the activities and processes running in the center carrying out the identification, analysis and qualification of environmental aspects and impacts to subsequently propose environmental management measures to prevent and mitigate the negative consequences as present also perform tracking and monitoring positive action in order to maximize their profit.

Keywords: refrigerants, recovery, regeneration, environmental aspects, environmental impact management plan.

INTRODUCCIÓN

El sector de la refrigeración en Colombia es manejado por técnicos, los cuales han tenido diferentes enfoques y se han encontrado por mucho tiempo con divergencias de conceptos acerca de las buenas prácticas en refrigeración, que aunque se estudian, se recomienda y se conocen, no se cumplen y aun hoy se siguen liberando refrigerantes a la atmósfera, favoreciendo el efecto invernadero originando el calentamiento global y el agotamiento de la capa de ozono, debido a que esta liberación de estos gases se desplazan hasta la estratosfera, ocasionando una reducción de ella e incrementando la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre, lo cual origina consecuencias sobre la salud humana y ecosistemas.

Desde la adopción del Convenio de Viena (1981) para proteger la capa de ozono, el Protocolo de Montreal (1989) relacionado con la eliminación de Sustancias Agotadoras de ozono (SAO) y la creación de la Unidad Técnica de Ozono en Colombia (1994) por el Ministerio del Medio Ambiente, para la recuperación y regeneración de gases refrigerantes HCFC y HFC; este sector de los gases refrigerantes se encuentra actualmente en plena evolución debido a la aplicación de estas, cuyo objetivo principal es la reducción del uso de gases halogenados de efecto invernadero.

Tras el aumento y la preocupación por los impactos ambientales generados de la liberación de los gases refrigerantes se ha logrado incrementar soluciones que permiten prevenirlos y mitigarlos, es por ello que en Colombia se han implementado Centros de Refrigeración y Recuperación de gases refrigerantes ubicados en las ciudades de Bogotá, Barranquilla, Cali y Dosquebradas (Risaralda).

El Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes R 22 y R 134a (CRRR-EC) ubicado en el municipio de Dosquebradas dentro de la empresa C.I. Metales la Unión ha aportado a la reducción de los impactos ambientales negativos a través de diferentes procesos como: recuperación, regeneración y pruebas de calidad de los gases refrigerantes.

Desde su establecimiento y hasta el año 2015, el CRRR-EC ha regenerado 1.132 kg de R22 Y 1.157 kg R 134a, lo que equivale a un total de 3.703,43 toneladas de CO₂ eq. de esta manera este documento está evaluando los impactos ambientales positivos y negativos en cada uno de los procesos, para lo cual se establece un plan de Manejo Ambiental para minimizar o mitigar los impactos ambientales significativos, implementando acciones de prevención, mitigación, seguimiento y monitoreo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los impactos ambientales del establecimiento y operación del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes HCFC R-22(Hidroclorofluorocarbonos) y HFC R-134a (Hidrofluorocarburos), con el fin de proponer un plan de Manejo Ambiental para minimizar o mitigar los impactos ambientales significativos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las actividades del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes al igual que el área de influencia indirecta determinando los principales problemas ambientales presentes en el CRRR-EC
- Analizar los aspectos e impactos ambientales en el CRRR-EC asociados al manejo actual de los gases refrigerantes HCFC R-22 y HFC R-134a.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental para el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes con el fin de prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales identificados.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para comprender la problemática asociada a la contaminación del aire por la liberación de gases refrigerantes a la atmosfera es necesario entender el sistema operativo de los equipos de refrigeración y aire acondicionado de gama doméstica y comercial.

Para conocer este sistema se tomara como ejemplo el funcionamiento de las neveras y congeladores, el cual se basa en la refrigeración del aire que contiene en su interior.

Esta se realiza mediante una secuencia de cambios de estado de una sustancia refrigerante que circula a través de un circuito en el que se le va forzando alternativamente a comprimirse y expandirse, produciendo y consumiendo, alternativamente calor. La refrigeración no consiste en inyectar frío en el refrigerador sino en la extracción del calor existente en el mismo.

El ciclo de compresión mecánica de vapor es el utilizado en la mayoría de las neveras y congeladores domésticos. Se trata de un ciclo térmico cerrado en el cual el refrigerante cambia periódicamente de estado generando y consumiendo alternativamente calor. El ciclo de compresión se compone de una fase de compresión y otra de expansión que al alternarse hacen que la cámara frigorífica transfiera al exterior el calor y por lo tanto se enfríe.

El equipo de refrigeración consta de:

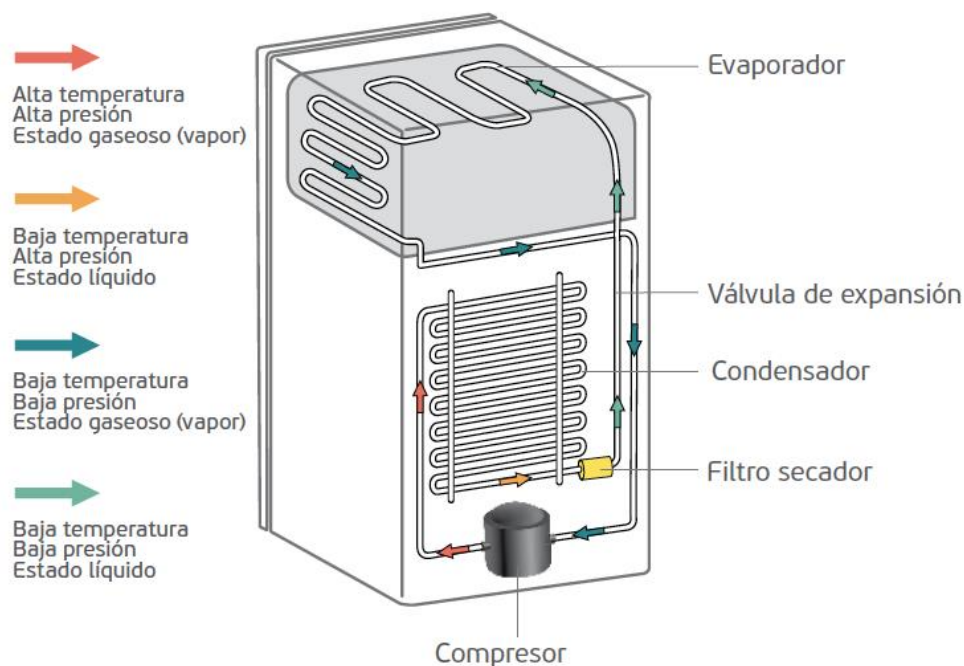
El evaporador: Se encuentra dentro de la nevera y es la parte que enfría, aunque en realidad lo que hace es absorber el calor.

El compresor: Succiona el gas del evaporador, al comprimirlo reduce el volumen del gas y aumenta el calor al concentrarlo en un volumen reducido.

El condensador: Transmite el calor del gas hacia el medio ambiente, a veces auxiliado por un ventilador para lograr que este proceso sea más rápido y eficiente.

La válvula de expansión: Tiene como función aumentar el volumen del gas, disminuyendo a su vez la presión, en este momento tiene la capacidad de absorber calor y se repite el ciclo hasta un límite.

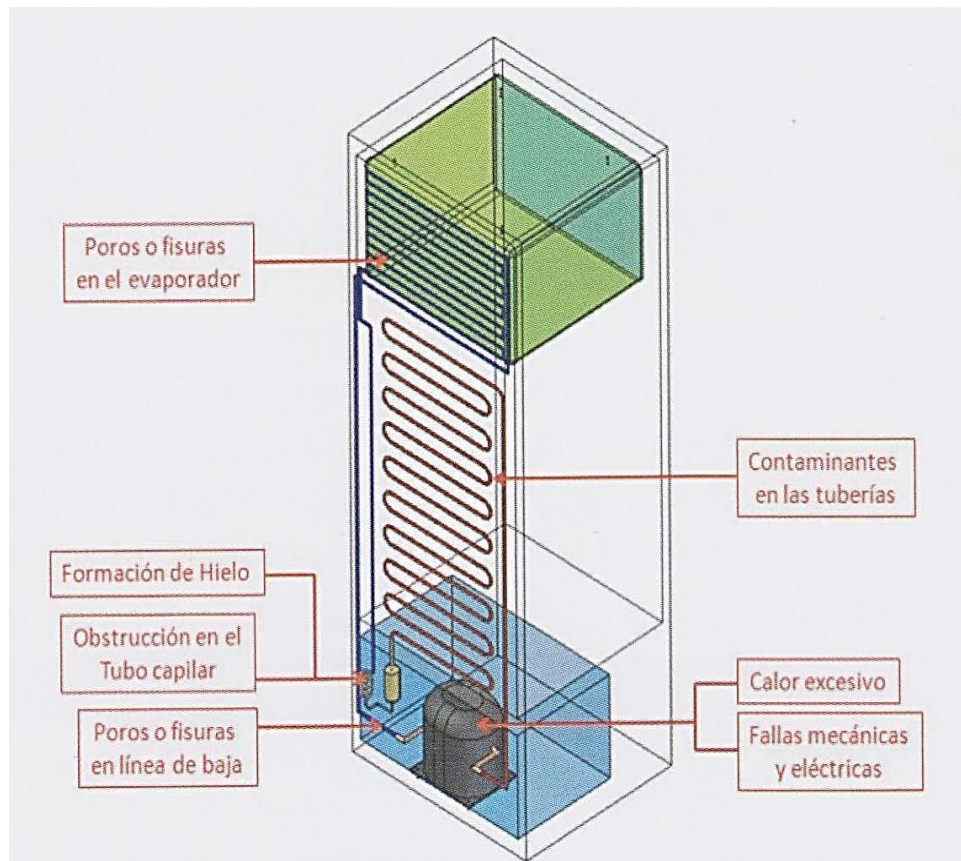
Figura 1. Sistema operativo de equipo de refrigeración



Fuente: *Club de la refrigeración, 2014.*

Los equipos de refrigeración de gama doméstica y comercial de bajo porte, pueden presentar fallas en su funcionamiento debido a diferentes factores, que pueden ser de origen eléctrico o pueden ser originados por la inadecuada carga de refrigerante al sistema o por la presencia de elementos extraños tales como: gases no condensables, humedad, o partículas extrañas, limaduras metálicas y demás como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. *Puntos del sistema de refrigeración donde se presentan fallas con mayor frecuencia*



Fuente: *manual de buenas práctica en refrigeración, 2014.*

Sabemos que la contaminación del equipo por la presencia de elementos extraños o de humedad causan taponamiento; generalmente en el evaporador con aceite o en el mecanismo de expansión, por el pequeño diámetro del capilar; por la humedad que se congela en el interior del mismo; en ambos casos el flujo del refrigerante cesa, provocando una presión alta en el condensador, alta temperatura y al mismo tiempo presión de succión de compresión mucho más baja, que muchas veces hace que el equipo quede trabajando en vacío.

Actualmente los técnicos en refrigeración no capacitados ni certificados, realizan las labores de mantenimiento a este tipo de sistemas de una manera inadecuada sin tener en cuenta ninguna precaución y sin utilizar un manual de buenas prácticas; a través del tiempo esto ha generado impactos ambientales debido a la liberación de este tipo de gases que afectan la capa de ozono y aportan al calentamiento global, este proceso de destrucción de la capa de ozono se le atribuye hoy en día al efecto de las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO) que son generadas por la actividad humana.

El efecto directo de la concentración de los CFC en la estratosfera ocasiona un incremento de la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre lo cual origina consecuencias sobre la salud y sobre los ecosistemas; además de esto los compuestos sustitutivos como HCFC y HFC son considerados gases con efecto invernadero que generan calentamiento global.

El centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes desde su establecimiento y operación ha tenido como fin minimizar o mitigar el impacto ambiental generado por la fabricación, consumo y manejo inadecuado de gases refrigerantes vírgenes, llevando a cabo diferentes procesos como: recuperación, regeneración y pruebas de calidad de los gases refrigerantes HCFC R-22 y HFC R-134a.

Recuperación: se recuperan gases R22 y R134a desde diferentes sistemas de refrigeración; neveras; aire acondicionado, chiller, entre otras.

Regeneración: se cuenta con el montaje necesario para la regeneración de gases refrigerantes donde se retira la humedad, aceite y no condensables; entregando un gas con la calidad necesaria para ser reutilizado en los sistemas de refrigeración.

Pruebas de calidad: se realizan las pruebas exigidas por la Norma ARI 700 que han sido recomendadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, tales como: cromatografía de gases, donde se certifica que el gas cuenta con características óptimas.

Desde el establecimiento y la correcta operación del centro se ha regenerado 1.132 kg de R22 Y 1.157 kg R 134a, lo que equivale a un total de 3.703,43 toneladas de CO₂ eq. De esta manera se evidencia el beneficio que ha generado el centro con relación a la minimización de impactos negativos hacia el medio ambiente, mediante la reducción de emisiones de estos gases, aumento en la calidad del aire, mejoramiento a la salud humana, incremento en la calidad de los ecosistemas y reducción de costos y ventas de refrigerante virgen.

Sin embargo con el funcionamiento de algunas actividades se generan diversas sustancias contaminantes, dichas sustancias pueden existir en estado líquido, sólido o gaseoso.

Los contaminantes más comunes en estos sistemas con respecto a los sólidos son polvo, mugre, óxidos de hierro y cobre, partículas metálicas como soldadura, rebabas, limaduras; en el caso de los contaminantes gaseosos los más frecuentes son aire, ácidos, gases no condensables y vapor de agua y los contaminantes líquidos hacen referencia al agua, mezcla de sustancias químicas y aceites lubricantes.

En este sentido la finalidad de la investigación es evaluar los impactos ambientales, sociales y económicos tanto negativos como positivos que se han generado en el Centro de regeneración de gases refrigerantes desde su establecimiento y durante su operación teniendo en cuenta el manejo actual de los mismos.

El centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes se encuentra establecido dentro de C.I. Metales la Unión S.A.S por lo tanto solo requerirá sus adecuaciones para el funcionamiento y operación, de esta manera se estima que los impactos a la flora y ecosistemas terrestres no estarán afectados en mayor medida al momento de su implementación. Para evaluar los impactos se tendrán en cuenta las actividades de recolección y transporte al centro de regeneración, al igual que las pruebas de laboratorio de los gases y la regeneración de los mismos. A Partir de esto los posibles impactos a evaluar están dentro de las etapas de establecimiento y operación del CRRR-EC.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los impactos ambientales, sociales y económicos generados en el establecimiento y operación del Centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes?

2.2 SISTEMATIZACIÓN

¿Cuáles son las condiciones actuales del Centro de recuperación y regeneración en relación con su área de influencia?

¿Cómo evaluar los impactos ambientales asociados al manejo actual de los gases refrigerantes?

¿Cuáles pueden ser las estrategias para mitigar o prevenir los impactos ambientales?

3. JUSTIFICACIÓN

Durante muchos años y en la actualidad los gases refrigerantes como HCFC R-22 (Hidroclorofluorocarbonos) y HFC R-134a. (Hidrofluorocarburos) han causado múltiples impactos ambientales, ya que son derivados de hidrocarburos y presentan persistencia en la atmósfera siendo altamente perjudiciales para la capa de ozono y favoreciendo el efecto invernadero originando el calentamiento global. En 1990 se hicieron enmiendas importantes al Protocolo de Montreal, en Londres, y en 1992 en Copenhague, para acelerar la eliminación de las sustancias destructoras del ozono.

En Colombia la Unidad Técnica de Ozono fue creada en 1994 por el Ministerio del Medio Ambiente, y se han obtenido recursos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) por proyectos diversos, creándose también un programa de recuperación y reciclaje de refrigerantes CFC, el cual permitió instalar unidades de recuperación y reciclaje en diferentes talleres y laboratorios del SENA, como también en diferentes instituciones del país que hacen parte del convenio de la UTO.

Los compromisos de reducción gradual de HCFCs que tiene Colombia frente al Protocolo de Montreal, obliga a que se estudien alternativas tecnológicas que sean viables para la sustitución definitiva de las SAO. El Área Metropolitana Centro Occidente AMCO, la cual representa más del 70% del PIB de Risaralda y cerca del 1,2% del PIB nacional, en los últimos 10 años ha presentado un fuerte crecimiento en el sector comercial y de servicios, en este sentido se caracteriza como principales consumidores de HCFCs.

El centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes desde su creación ha repercutido positivamente en la reducción de consumo de Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO) aportando al Protocolo de Montreal mediante el desarrollo, fortalecimiento y aplicación de las buenas prácticas para el manejo ambiental de los refrigerantes utilizados en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

De esta manera se hace necesario que en el Centro de Regeneración de gases Refrigerantes de Dosquebradas se establezcan acciones de mitigación y prevención para los impactos ambientales, sociales y económicos que pueden ser causados por pérdidas de refrigerante como las fugas propias, fugas accidentales y emisiones provocadas por procedimientos incorrectos al transferir el refrigerante, ya sea para vaciar o para recargar los sistemas, como también establecer seguimientos y monitoreos a los impactos generados a los ecosistemas, aire y salud humana, garantizando de esta manera que los procesos llevados a cabo por el centro sigan teniendo un correcto y frecuente funcionamiento.

A partir de esto el Administrador Ambiental con su perfil profesional es conocedor y comprende las diferentes dinámicas ambientales, sociales y económicas, a través de instrumentos de gestión ambiental que permiten evaluar los impactos ambientales y las

alternativas para mitigarlos o prevenirlos, por medio de un plan de manejo que incluye un plan de contingencia, medidas ambientales que permiten optimizar las condiciones actuales. Por lo tanto este trabajo adquiere valor para contribuir a mejorar la calidad de vida, previendo cualquier efecto negativo que puede afectar a la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Es importante dejar en claro que la finalidad es evaluar tanto impactos negativos como positivos teniendo en cuenta que el centro de recuperación y regeneración le apuesta al mejoramiento continuo en cada uno de sus procesos, con el fin de obtener beneficios cada vez más evidentes en términos ambientales, sociales y económicos que contribuyan a la generación de un equilibrio donde las dinámicas de producción y consumo para satisfacer la demanda de la sociedad no superen la capacidad de carga presente en el medio ambiente.

4. MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

El agotamiento de la capa de ozono como producto de la actividad industrial y del uso de ciertas sustancias en diferentes actividades comerciales y domésticas, es el primer problema ambiental que la humanidad ha tenido que reconocer como la consecuencia de un particular desarrollo tecnológico y económico de la sociedad actual. Dichas innovaciones tecnológicas como es el caso del desarrollo de los gases refrigerantes HCFC y HFC; han forjado en el país escenarios negativos correspondientes al rápido agotamiento de la capa de ozono dejando efectos perjudiciales para la salud humana, los animales, las plantas, los microorganismos y principalmente la calidad del aire.

“Hacia 1930, el químico investigador Thomas Midgley, de la General Motors, desarrolló un nuevo gas refrigerante cuya característica principal era el ofrecer condiciones de seguridad (por no ser inflamable y prácticamente no tóxico) tanto para los operarios como para los usuarios de los sistemas de frío, con este invento se inició la carrera de los clorofluorocarbonados CFC en el sector industrial de la refrigeración y el aire acondicionado. Su éxito llevó a que la industria norteamericana de aires acondicionados creciera entre 1930 y 1935 cerca de 16 veces. Por otra parte, el crecimiento de la producción de los CFC llegó a un índice del 20% hacia 1960. Hacia los 70, el mundo estaba lanzando casi un millón de toneladas por año de CFC a la atmósfera, sin que nadie pudiese pensar en las posibles consecuencias de este hecho”¹

La fabricación y el uso de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado se han convertido en las principales cadenas de consumo, situándose en el principal renglón económico de los sectores comerciales e industriales, pero también se han encargado de deteriorar de la capa de ozono, según el autor Julio Montes el “ozono es un gas incoloro cuya molécula se encuentra formada por tres átomos de oxígeno, en la atmósfera su distribución no es uniforme pero la mayor concentración del mismo se presenta en la estratósfera, donde cumple la función de protección sobre los rayos ultravioleta emitidos por el sol”², ésta actúa como un filtro reteniendo la radiación, protegiendo a los seres vivos de sus efectos nocivos.

¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Manual del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. Secretaría del Ozono. Colombia. 7 ed. 2006. 518 p. Disponible en: <http://ozone.unep.org/spanish/Publications/MP-Handbook-07-es.pdf>

² MONTES PONCE DE LEÓN, Julio. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenido. Estado del medio ambiente en los países desarrollados y en los países en vía de desarrollo. 1 a ed. España. Universidad Pontificia Comillas. Selecta Technologica. 2001. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=wbig4qCRQZAC&printsec=frontcover&dq=medio+ambiente+y+desarrollo+sostenido&hl=es&sa=X&ved=0CCUQ6AEwAGoVChMltsfVp8qPxglVyJ-ACh1aEABV#v=onepage&q=medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenido&f=false>

El efecto de la disminución del ozono sobre la superficie terrestre es el aumento de los niveles de radiación ultravioleta-B. Este tipo de radiación UV-B daña a los seres humanos, animales y plantas. Los incrementos en la radiación UV-B han sido observados no sólo bajo el agujero de ozono en la Antártica sino en otros sitios como los Alpes (Europa) y Canadá (América del Norte).

Impactos causados por la disminución del ozono estratosférico:

En la salud humana:

-Cáncer de piel: Hoy se estima que los índices de cáncer de piel aumentaron debido a la disminución del ozono estratosférico (capa de ozono).

-Sistema inmunológico: Las defensas de una persona para combatir las infecciones dependen de la fortaleza de su sistema inmunológico

En el medio ambiente:

-Ecosistemas acuáticos: La pérdida del fitoplancton, base de la cadena alimentaria marina, ha sido observada como causa del aumento de la radiación ultravioleta

-Animales: Para algunas especies, un aumento de radiación UV-B implica la formación de cáncer de piel.

-Plantas: En muchas plantas la radiación UV-B puede tener los siguientes efectos adversos: alterar su forma y dañar crecimiento de plantas; reducir el crecimiento de los árboles; cambiar los tiempos de florecimiento; hacer que las plantas sean más vulnerables a las enfermedades y que produzcan sustancias tóxicas.

-En el aire: Debido a la contaminación, Las pérdidas de ozono en la alta atmósfera hacen que los rayos UV-B incrementen los niveles de ozono en la superficie terrestre.

“Colombia requiere fortalecer la investigación e innovación tecnológica de equipos y sistemas del sector de refrigeración frente al uso de los refrigerantes alternativos, sus alcances y beneficios, así como generar la cultura de responsabilidad con la recuperación y el reciclaje de refrigerantes en los servicios de mantenimiento a los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, los cuales deben realizarse por personal certificado para el manejo de estas sustancias, evitando así que sean liberadas a la atmósfera y contribuyendo a frenar en parte el deterioro de la salud de los seres humanos y el ambiente.”³

³ STAVRO, Xiomara Ibeth. Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Ingeniera Química. Candidata a Especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad de Antioquia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 2007. 15 p. Disponible en:

Debido a los múltiples problemas ambientales y a las necesidades que presenta el país en cuanto al fortalecimiento de estos sistemas, se establecen los acuerdos internacionales como el Convenio de Viena y Protocolo de Montreal con el fin de recuperar y proteger la capa de ozono logrando conciliar los intereses de productores industriales y de los consumidores en general; esto se obtendrá a partir de alternativas que sustituyan las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO).

Partiendo de estos impactos ambientales Colombia se adhiere al “protocolo de Montreal mediante la ley 29 en 1992, artículo 5 del protocolo, con el fin de adelantar acciones encaminadas a congelar y eliminar el consumo de CFC, que para el año de 1994 era de 2115 toneladas potencial de agotamiento de ozono (PAO), siendo los sectores de mantenimiento de refrigeración y aire acondicionado los principales consumidores de CFC en el país (80%), el plan nacional de eliminación, acordó reducir el consumo al 50% para el año 2005, el 85% para el 2007 y el 100% para 2010”⁴

“Colombia no es un país productor de SAO, luego todas las SAO utilizadas son importadas, siendo el sector de refrigeración el de mayor consumo tanto en la fabricación como en el mantenimiento, seguido por el sector de espumas de poliuretano. Actualmente todas las empresas de fabricación de equipos de refrigeración doméstica y las grandes y medianas empresas de fabricación de equipos de refrigeración comercial, se han cambiado a tecnologías libres de CFC. De igual forma la gran mayoría de las empresas que fabrican espumas de poliuretano y poliestireno están trabajando con sistemas que no usan CFC.”⁵

En las ciudades de Pereira, Manizales y Armenia (Eje Cafetero), se ha evidenciado un incremento en la participación del sector secundario y terciario; esta situación se traduce en el aumento de la oferta de gases refrigerantes para refrigeración y aire acondicionado; generando así un mayor consumo de Sustancias Agotadoras de Ozono.

En la región Eje Cafetero, “el Producto Interno Bruto (PIB) ha disminuido su contribución en la actividad económica nacional en las últimas décadas hasta representar durante 2001 – 2010 el 4,1%. El sector primario redujo su participación en 12 puntos porcentuales (pp), lo que dio paso a que el terciario ganara importancia dentro de la

http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1_p091-105_protocolo_montreal.pdf

⁴ UNIDAD TÉCNICA DE OZONO. Actualización Programa País y Plan Nacional de Eliminación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Bogotá D.C. 2004. 136 p.

⁵ STAVRO, Xiomara Ibeth. Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Ingeniera Química. Candidata a Especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad de Antioquia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 2007. 15 p. Disponible en: http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1_p091-105_protocolo_montreal.pdf

economía; el sector secundario constituyó la cuarta parte del PIB del Eje Cafetero, sobresaliendo principalmente por las actividades industriales de alimentos, y maquinaria y equipo, con mayor representatividad en Caldas y Risaralda.”⁶

A continuación se muestra el uso y consumo de gases refrigerantes en diferentes municipios de la región Eje Cafetero.

Tabla 1. *Consumo de SAO para actividades generales de mantenimiento.*

REGIÓN	REFRIGERACIÓN COMERCIAL (PAO ton/año)	REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA (PAO ton/año)
Eje Cafetero	49,3	6.6

Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

El sector de refrigeración y aire acondicionado es el responsable de la emisión de aproximadamente el 90% de SAO.

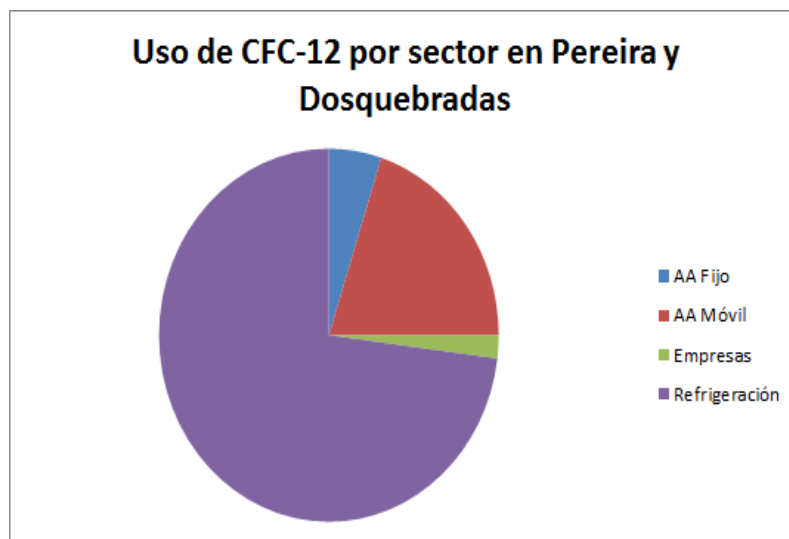
Tabla 2. *Uso de CFC-12 por sector en Pereira y Dosquebradas*

REFRIGERANTES Y SUS USOS	
Uso de CFC-12 por sector en Pereira y Dosquebradas	
AA Fijo	5%
AA Móvil	20%
Empresas	2%
Refrigeración	73%

Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

⁶VALENCIA, Ferney H. et al. Composición de la Economía de la Región Eje Cafetero de Colombia. Ensayos sobre Economía Regional. Banco de la República. Colombia. 2013. 55 p. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/eser_54_eje_cafetero_2013.pdf

Figura 3. *Uso de CFC-12 por sector en Pereira y Dosquebradas*



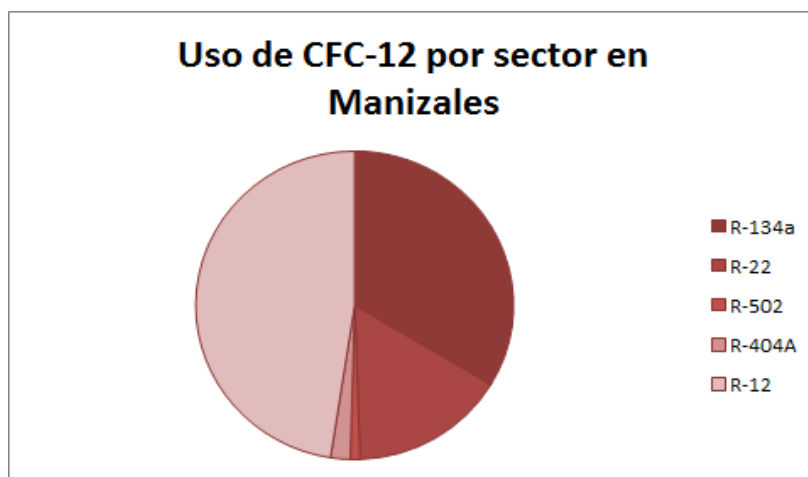
Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

Tabla 3. *Uso de CFC-12 por sector en Manizales.*

REFRIGERANTES Y SUS USOS	
Uso de CFC-12 por sector en Manizales	
R-134a	34%
R-22	16%
R-502	1%
R-404A	2%
R-12	48,00%

Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

Figura 4. *Uso de CFC-12 por sector en Manizales.*



Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

Tabla 4. *Uso de CFC-12 por sector en Armenia.*

REFRIGERANTES Y SUS USOS	
Uso de CFC-12 por sector en Armenia.	
R-134a	50%
R-22	13%
R-502	0%
R-404A	0%
R-12	37,00%

Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

Figura 5. *Uso de CFC-12 por sector en Armenia.*



Fuente: *Plan Nacional de Eliminación de SAO, 2011.*

“Según los resultados obtenidos en el año 2005, el mayor consumo de sustancias agotadoras de ozono en el Eje Cafetero, se presentaba en Pereira (71%), seguida por Manizales (19%) y por último Armenia (10%), esto se debe principalmente a que el desarrollo del sector de refrigeración y aire acondicionado en Pereira ha sido más evidente que en la otras ciudades”.⁷

En efecto el establecimiento del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes HFC R-134a (Hidrofluorocarburos) Y HCFC-22 (hidroclorofluorocarbono) tiene como propósito realizar un adecuado manejo y evitar las fugas intencionales de refrigerantes a la atmósfera, reduciendo el consumo de refrigerante virgen por parte de los técnicos del sector de mantenimiento, lo cual permitiría disminuir a gran escala las

⁷ Plan Nacional de Eliminación de SAO. Universidad Tecnológica de Pereira. Unidad Técnica Ozono. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Montaje y Operación de un Centro de Regeneración de Refrigerantes en la Universidad Tecnológica de Pereira y puesta en marcha del servicio de Regeneración de Refrigerantes para la región del Eje Cafetero. Bogotá, Colombia. 2011. 29 p.

importaciones futuras de SAO al país, mitigando los impactos ambientales, sociales y económicos causados por estos.

Además el Centro pretende garantizar la disponibilidad de refrigerante de calidad cuando no se encuentre disponible en el mercado, como consecuencia de la finalización de importaciones al país cubriendo la demanda de los departamentos de Risaralda, Caldas, Quindío y el Norte del Valle.

4.1 MARCO NORMATIVO

A continuación se presenta la legislación colombiana en relación con la protección de la Capa de Ozono, al igual que se presentan los tratados internacionales en los cuales el país se acogido para dicha situación.

Cuadro 1. *Marco normativo.*

	AÑO	NORMA	DESCRIPCIÓN
TRATADOS INTERNACIONALES	1987	Protocolo de Montreal	Se refiere a las sustancias que agotan la Capa de Ozono, este define un cronograma de eliminación de SAO para los países miembros, donde los primeros en cumplir las metas serán los países del Artículo 2 (países desarrollados) seguidos por los del Artículo 5 (países en vía de desarrollo).
TRATADOS INTERNACIONALES	1985	Convenio de Viena	Este convenio tiene como finalidad cooperar en las investigaciones y la vigilancia, de compartir información sobre la producción y las emisiones de CFC y de adoptar protocolos de control cuando sea necesario.

	AÑO	NORMA	DESCRIPCIÓN
LEYES NACIONALES	1992	Ley 29 de 1992: Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	<p>"Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono", suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987, con sus enmiendas adoptadas en Londres el 29 de junio de 1990 y en Nairobi el 21 de junio de 1991".</p> <p>ARTÍCULO 6. Evaluación y examen de las medidas de control</p> <p>A partir de 1990, y por lo menos cada cuatro años en lo sucesivo, las Partes evaluarán las medidas de control previstas en el artículo 2, teniendo en cuenta la información científica, ambiental, técnica y económica de que dispongan.</p> <p>ARTÍCULO 8. Incumplimiento</p> <p>En su primera reunión ordinaria, las Partes estudiarán y aprobarán procedimientos y mecanismos institucionales que permitan determinar el incumplimiento de las disposiciones del presente Protocolo y actuar respecto a las Partes que no hayan cumplido lo prescrito.</p>
LEYES NACIONALES	2000	Ley 618	Se aprueba la Enmienda de Montreal.
LEYES NACIONALES	1993	Ley 99	Creación del Ministerio de Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones.
DECRETOS	2014	Decreto 2041 Título IV - Procedimiento para la obtención de Licencia Ambiental	<p>La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos requiere licencia ambiental otorgada por las entidades ambientes regionales.</p> <p>Artículo 25. De la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental.</p>
DECRETOS	2005	Decreto 423	Se adoptan medidas para controlar las exportaciones de SAO.

	AÑO	NORMA	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIONES	1997	Resolución 528	Se prohíbe la producción de equipos de refrigeración de uso doméstico que contienen CFC y establece los requisitos para su importación.
	2005	Resolución 2188	Se establecen requisitos, términos, condiciones y obligaciones para controlar las exportaciones de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	2007	Resolución 1652	Se prohíbe la fabricación e importación de equipos y productos que contengan o requieran para su producción u operación las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
NORMA TÉCNICA	2004	NTC-ISO 14001:2004:	Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para conseguir un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el medio ambiente.

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

5. MÉTODO

El tipo de investigación propuesto para la realización de este trabajo es de tipo descriptivo-analítica, lo cual permitirá por medio de la utilización de información y datos primarios y secundarios la identificación y evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos en las etapas de establecimiento y operación del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes.

El estudio de impacto ambiental se realizó de acuerdo a la metodología de “Espinoza, 2001 Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental”⁸ y teniendo en cuenta algunos criterios de “Arboleda, 2008 Manual de Evaluación de Impacto Ambiental”⁹.

⁸ ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. “Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe”. Centro de Estudios para el Desarrollo – CED. Santiago. Chile. 2001. 147-208 p. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>

⁹ ARBOLEDA, Jorge Alonso. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín. Colombia. 2008. 18-30 p. Disponible en: http://evaluaciondelimpactoambiental.bligoo.com.co/media/users/20/1033390/files/255491/1_Manual_EIA.pdf

6. DISEÑO METODOLÓGICO

El trabajo de investigación está constituido por tres fases con el fin de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos, estas fases son:

- 1) **Exploratoria:** En esta etapa se llevó a cabo una observación en el área de estudio para evidenciar el funcionamiento del Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes, además en esta fase se recopiló información primaria y secundaria para determinar los principales procesos que causan problemas ambientales en el CRRR-EC.
- 2) **Descriptiva:** En esta etapa se tiene como finalidad identificar los aspectos e impactos ambientales existentes asociados al manejo de los gases refrigerantes, para posteriormente calificarlos y evaluarlos; esto se logró mediante la realización de una entrevista informal para obtener información primaria y posteriormente se llevó a cabo un análisis de los datos suministrados por el CRRR-EC para determinar impactos ambientales significativos.
- 3) **Analítica:** a partir de la información obtenida de las fases uno y dos se llevó a cabo la priorización de impactos ambientales y de esta manera se propuso el plan de manejo ambiental mediante diferentes programas de contingencia y de seguimiento y monitoreo que permitan prevenir, mitigar o compensar estos impactos ambientales.

Cuadro 2. *Diseño metodológico.*

ETAPA	OBJETIVO	ACTIVIDAD	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS
1)Exploratoria	Caracterizar las actividades del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes al igual que el área de influencia indirecta.	-Determinar problemas ambientales presentes en el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes	-Observación -Recopilación de información secundaria para determinar los principales procesos que causan problemas ambientales en el CRRR-EC

ETAPA	OBJETIVO	ACTIVIDAD	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS
2)Descriptiva	Analizar los impactos ambientales asociados al manejo actual de los gases refrigerantes HFC R-134a y HCFC R-22	<ul style="list-style-type: none"> -Identificación de aspectos ambientales -Identificación de impactos ambientales -Calificar y evaluar impactos ambientales identificados 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevista informal para obtener información primaria y análisis de datos suministrados por el CRRR-EC para determinar impactos significativos -Clasificación y ponderación de impactos
3)Analítica	Proponer un plan de manejo ambiental para el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes	<ul style="list-style-type: none"> -Diseñar programas que permitan prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados 	<ul style="list-style-type: none"> -Fichas técnicas de acciones de manejo ambiental -Fichas de seguimiento y monitoreo -Plan de contingencia

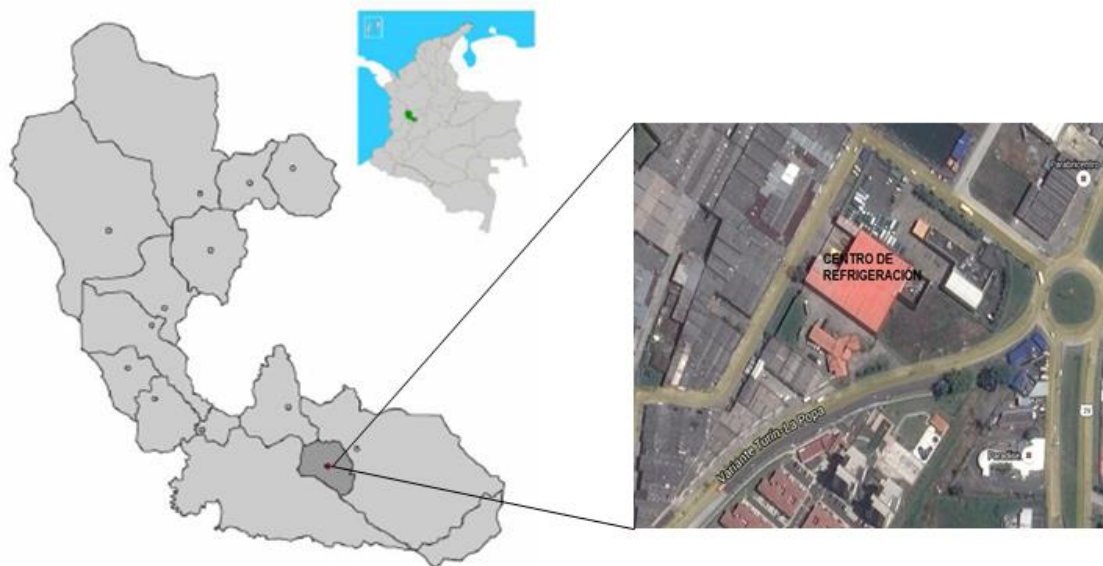
Fuente: *elaboración propia, 2016.*

7. LÍNEA BASE

7.1. ÁREA DE ESTUDIO DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES

El centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes HFC R-134a (Hidrofluorocarburos) Y HCFC-22 (hidroclorofluorocarbono) se encuentra ubicado en el Municipio de Dosquebradas sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, entre las coordenadas: 4° 45' - 4° 51' lat. Norte y 75° 30' - 75° 45' Long. Oeste. Su cabecera municipal limita con la de la Ciudad de Pereira conformando una conurbación. El área del municipio es de 70.81 km² (7,081 Ha), de los cuales 13 km², aproximadamente, corresponden a la zona urbana. El CRRR-EC se encuentra ubicado en el sector industrial la Macarena.

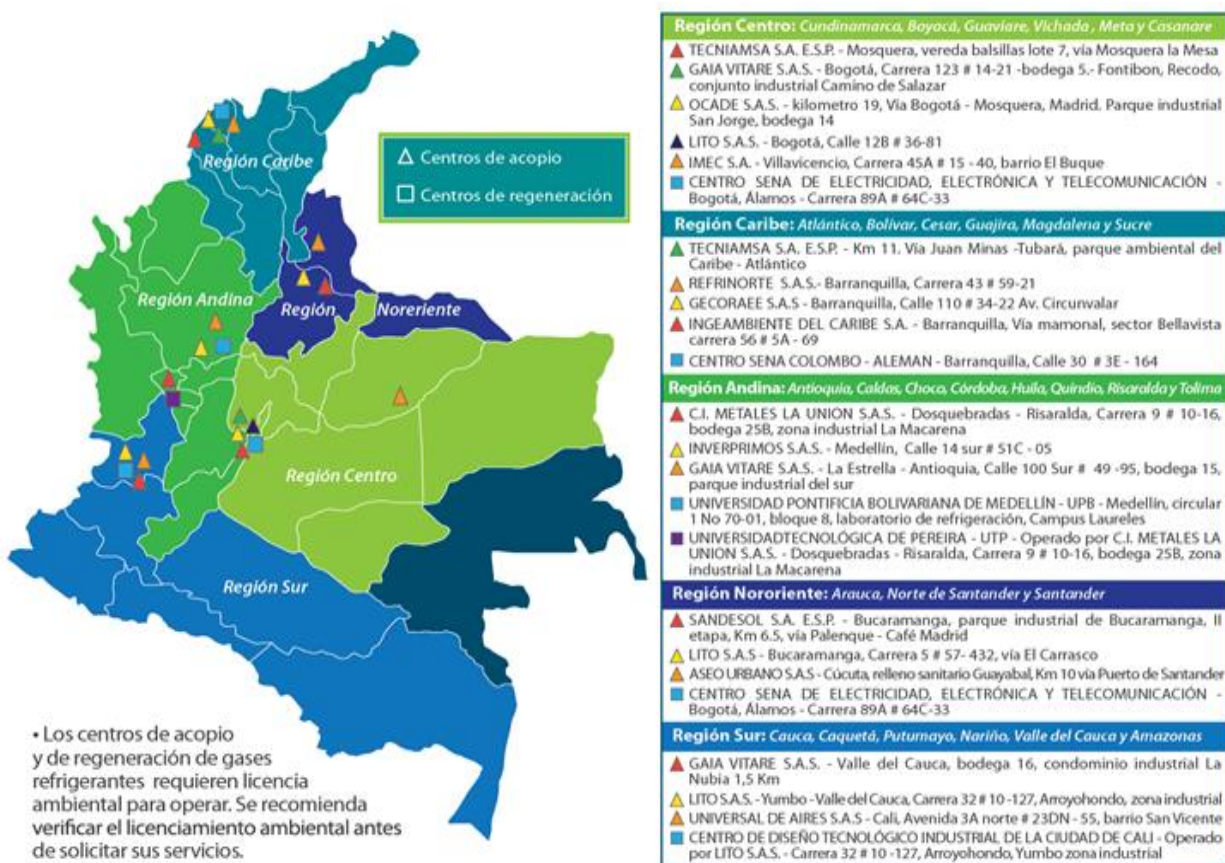
Figura 6. *Ubicación geográfica del centro de refrigeración, Dosquebradas*



Fuente: elaboración propia, 2015.

Los centros de recuperación y regeneración de gases refrigerantes presentes en Colombia son: Región Centro: Cundinamarca, Boyacá, Guaviare, Vichada, Meta y Casanare; Región Caribe: Atlántico, Bolívar, Cesar, Guajira, Magdalena y Sucre; Región Andina: Antioquia, Caldas, Choco, Córdoba, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima; Región Nororiente: Arauca, Norte de Santander y Santander; Región Sur: Cauca, Caquetá, putumayo, Nariño, Valle del Cauca y Amazonas.

Figura 7. Red Nacional de Recuperación, Reciclaje y Regeneración de Gases Refrigerantes en Colombia.



Fuente: MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.

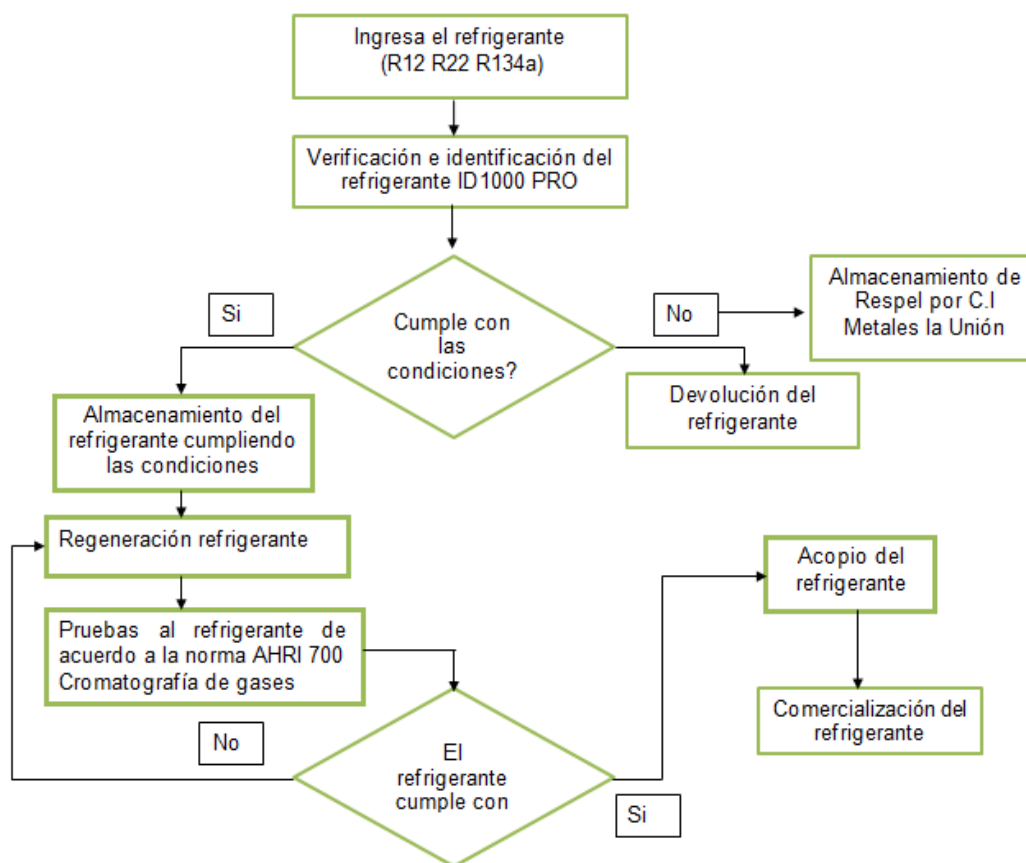
El proyecto investigativo cuenta con un área de influencia directa e indirecta. El área de influencia directa corresponde al Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes del municipio de Dosquebradas, por otra parte, el área de influencia indirecta corresponde a la empresa C.I. Metales la Unión S.A.S Dosquebradas, la cual desarrolla operaciones de comercialización nacional y exportación de materiales recuperables y reciclables, ferrosos y no ferrosos destinados a la industria a nivel mundial, es allí, donde está establecido el Centro de recuperación y regeneración.

El municipio de Dosquebradas es la sede de la regional, desde donde se coordinan todas las actividades, esto permite que las principales ciudades de la región tengan su propia dinámica y compromiso frente a la eliminación de las Sustancias Agotadoras de Ozono, además el acceso y participación desde lo local a los proyectos formulados a nivel nacional, facilitando así la comprensión de los problemas y manteniendo contacto con las empresas consumidoras de SAO.

El establecimiento del centro de refrigeración se dio por medio de la cooperación y colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Unidad Técnica de Ozono (UTO), Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

El centro de recuperación y regeneración de estos gases refrigerantes se sustenta en la viabilidad técnica y económica de su ejecución. Su funcionamiento se basa en la prestación de servicios de recuperación y regeneración, abasteciendo al mercado de gas refrigerante reutilizable y certificado como se muestra en la **figura 8**.

Figura 8. Esquema de funcionamiento del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes.



Fuente: Modificado de *Centro de Producción más Limpia, guía de procesos de CRRR-EC, 2016.*

7.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES

Para efectos de este trabajo se tendrá como supuesto que el Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes opera cinco días a la semana llevando a cabo diferentes procesos como recuperación, recolección y transporte, identificación del

refrigerante contenido en cilindros, regeneración, pruebas de laboratorio, entrega del refrigerante regenerado y mantenimiento.

Los procesos primordiales que se realizan en el CRRR-EC corresponden a la Recuperación de los gases refrigerantes, la regeneración de los mismos y por ultimo su respectivo análisis con las pruebas de laboratorio, los cuales se mencionan a continuación.

Figura 9. *Diagrama de proceso de Recuperación*

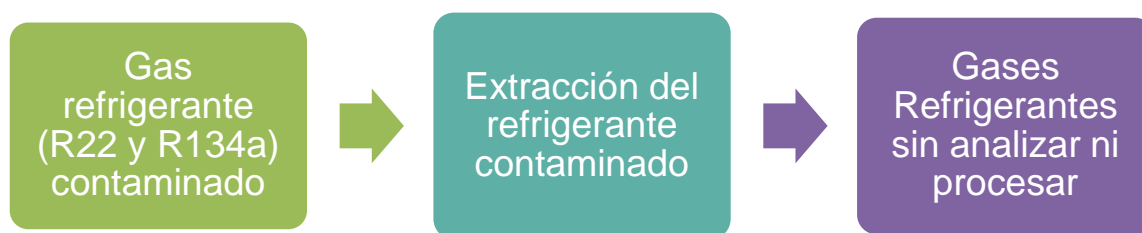


Figura 10. *Diagrama de proceso de Regeneración*

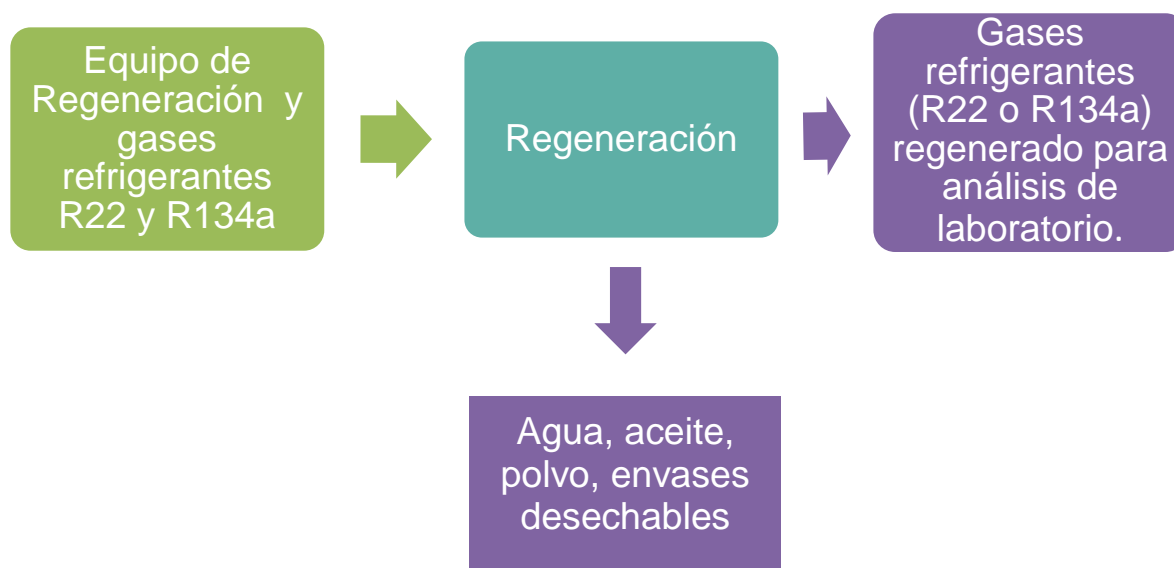
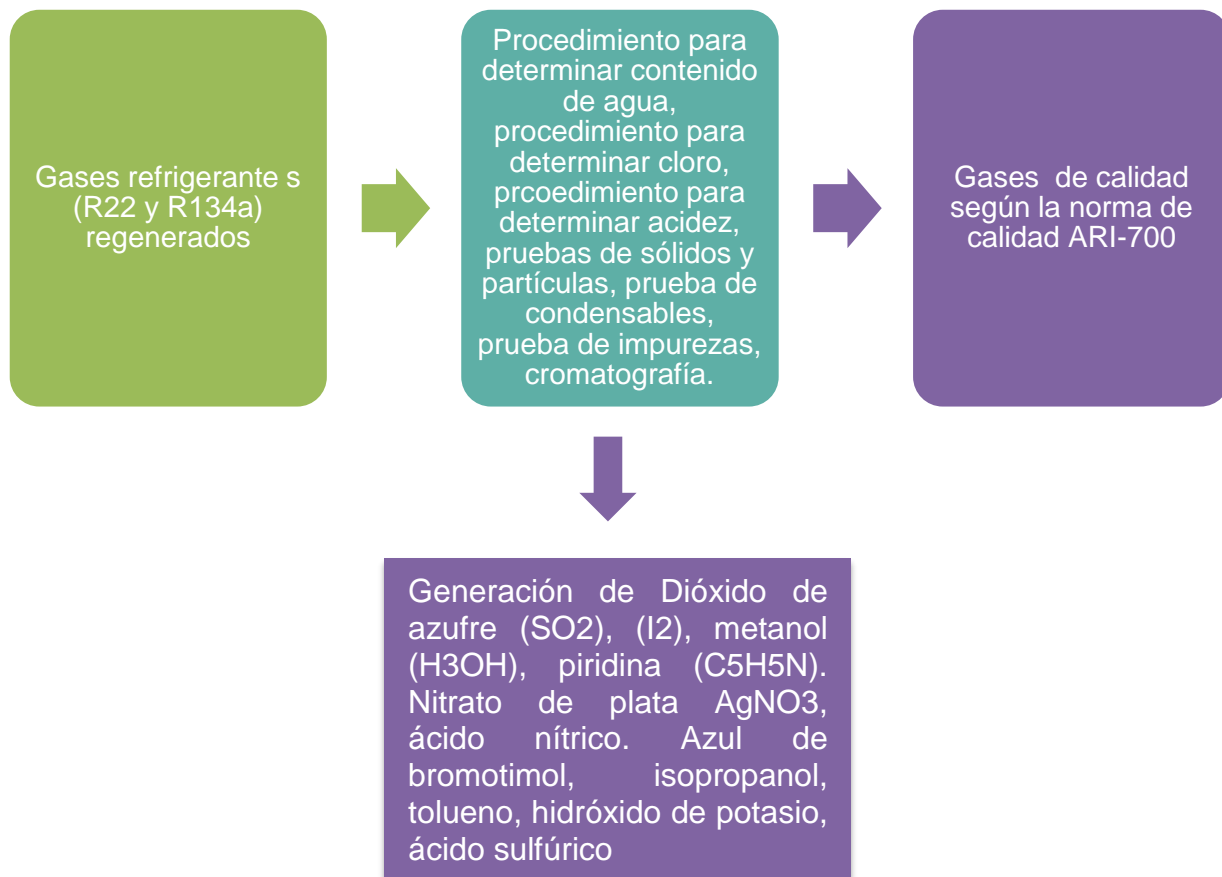


Figura 11. Diagrama de proceso de las pruebas de laboratorio



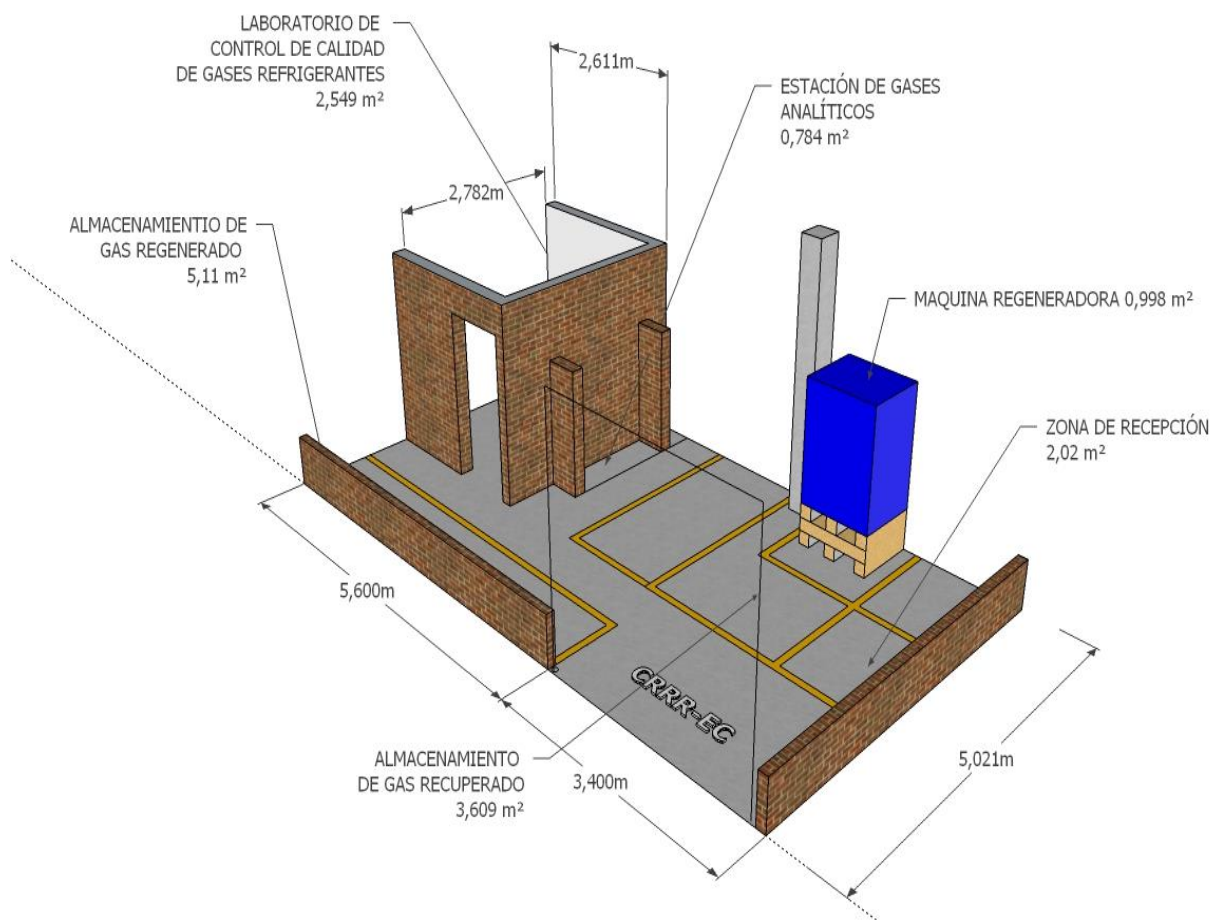
7.2.1. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL CRRR-EC

El Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes se encuentra ubicado dentro de C.I. Metales la Unión. El CRRR-EC cuenta con una distribución estimada de las áreas como se muestra a continuación:

- Área para el laboratorio de pruebas de calidad de gases refrigerantes (2,549 m²)
- Área de almacenamiento de gas regenerado (5,11 m²)

- Área de almacenamiento de gas recuperado (3,609 m²)
- Área de estación de gases analíticos (0,784 m²)
- Área de maquina regeneradora (0,998 m²)
- Área de zona de recepción (2,02 m²)

Figura 12. *Distribución de áreas del Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes*



Fuente: Centro Regional de Producción más Limpia, 2015.

Figura 13. Estado actual del Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes



Fuente: evidencia fotográfica CRRR-EC, 2015.

Las imágenes muestran el estado actual del Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes; donde se puede evidenciar la maquina regeneradora de gases (R 22, R 134a), la cual se encarga de efectuar el proceso de regeneración para la purificación de estos gases; los cilindros amarillos contienen el gas regenerado para ser entregados a los técnicos certificados y posteriormente a sus respectivos clientes.

7.2.2. RECUPERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES

En esta actividad se remueve el gas refrigerante en cualquier condición, de diferentes sistemas como neveras, aire acondicionado, chiller, entre otros, y se almacena en un contenedor externo, sin analizarlo ni procesarlo; los encargados de la recuperación de los refrigerantes son los técnicos quienes deben estar certificados por el SENA en buenas prácticas para el manejo de refrigerantes.

7.2.3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La recolección y transporte hasta el centro de regeneración está a cargo de C.I. Metales la Unión S.A.S; los técnicos de mantenimiento e instalación de equipos de refrigeración son quienes manipulan estas sustancias y por ende son los que supervisan su recolección.

7.2.4. IDENTIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE CONTENIDO EN CILINDROS

El gas refrigerante es recibido en las instalaciones del centro, para posteriormente ser inspeccionado y determinar si cumple con las especificaciones en cuanto a que su envase no corresponda a otro refrigerante. Dicho evento es un indicador que posiblemente el contenido se encuentra contaminado con otro refrigerante u otra sustancia. Es de acotar que el refrigerante que ingrese al centro no debe presentar mezclas con otros refrigerantes; dado el caso éste debe ser devuelto.

En la identificación del tipo de refrigerante en cilindros, presenta dos características al exterior del recipiente: el color y la marcación en la etiqueta del elemento.

7.2.5. REGENERACIÓN DE LOS GASES REFRIGERANTES

El proceso de regeneración, se lleva a cabo en la regeneradora VAN STENNBURGH. Dicho proceso debe cumplir con los estándares y especificaciones de la norma AHRI estándar 700. El proceso de regeneración consiste en reprocesar un refrigerante contaminado para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante virgen.

Proceso interno:

- El refrigerante, entra al sistema, ya sea en estado líquido o gaseoso.
- El refrigerante ingresa a una cámara en la cual, la velocidad de este disminuye en gran medida. Esto permite que la temperatura aumente, llevando al refrigerante a pasar a un estado gaseoso; logrando con ello que los contaminantes presentes en el refrigerante desciendan al fondo del separador.
- Para llevar el refrigerante a un estado líquido, este se pasa a través de un condensador.

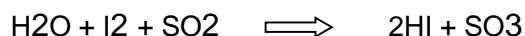
- El líquido ingresa a la cámara de depósito donde se disminuye la temperatura en 56°C (100°F), llevándolo a una temperatura de sub-enfriamiento de 3 a 4°C.
- A continuación el refrigerante pasa a través de un filtro secador, donde es eliminada la humedad.

En el proceso de regeneración de gases refrigerantes es de gran importancia, que al finalizar el ciclo de regeneración sea extraído todo el gas refrigerante de la regeneradora, en especial cuando se va a cambiar del tipo de refrigerante a regenerar.

7.2.6. PRUEBAS DE LABORATORIO

7.2.6.1. PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR EL CONTENIDO DE AGUA

Para determinar el contenido de agua en los refrigerantes será empleado el método Karl Fisher; el cual es basado en la oxidación de óxido de azufre, con yodo en una solución de hidróxido metílico.



La reacción que es generada en uno de sus compartimentos. El reactivo Karl Fisher es empleado para detectar trazas de humedad, dado que reacciona exclusivamente con el agua.

En la reacción ocurre el proceso de óxido reducción, por ello es liberada una gran cantidad de electrones, que dependen de la concentración de agua.

Con el empleo de un electrodo se cuantifican los electrones y se efectúa una equivalencia con la cantidad de agua presente en la muestra.

Es de recordar, para los refrigerantes la muestra se toma en fase líquida.

El vapor de contenido de agua se expresa en partes por millón (ppmm) en peso y no podrá exceder los límites establecidos

“Para la determinación de agua en refrigerantes nuevos y regenerados por titulación coulométrica de Karl-Fischer se utilizan los siguientes equipos, materiales y reactivos”:¹⁰

¹⁰ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MinAmbiente. Unidad Técnica de Ozono UTO. Determinación de agua en refrigerantes nuevos y regenerados por titulación coulométrica de Karl-Fischer. Colombia. 2-3 p.

Equipos y materiales

- Sistema titulador coulométrico KF (contiene un tubo de secado para la ventilación de refrigerante, soluciones de ánodo y cátodo, septa y un vaporizador de agua).
- Cilindro de muestreo FNPT de acero inoxidable de doble punta de ¼ pulgadas de 50 mL, 500 mL, 1000 mL, de ¼ (1800 psig), cilindro de acero, 2.2 lb, válvula de calibre 9 simple, ⅜pulgadas, envase desechable, 17 Oz u otro cilindro adecuado.
- Campana de acero inoxidable sin rotación con válvula de vástago de ¼ pulgadas MNPT x ¼ pulgadas FNPT.
- Válvula de aguja de latón, de campana de rosca, ¼pulgadas MNPT.
- Bloqueo macho Luer 10-32 conectores de aguja de rosca estándar, hilos cortados de ⅛ pulgadas (los hilos deben ser largos como se requiera).
- Aguja, bloqueo Luer de calibre 19, 4-½pulg. de longitud.
- Adaptador de expansiónhembra de ¼ pulgadas de compresión.
- Sello se tapa ligera, No. NFT5-4, chaqueta de sellado tubular de ¼ pulgadas.
- Aguja de 10 mL, hermética.
- Aguja para jeringa, calibre 19, de 4 pulgadas (punta desviada).
- Desecador con desecante.

Reactivos

- Hydranal: composición adecuada para la determinación, de acuerdo al contenido de agua esperado.
- Sulfato de calcio anhidro, malla 20-40, como desecante.
- Estándar de agua
- Metanol grado reactivo.

Nota: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de la humedad ambiente; revisar las recomendaciones específicas del fabricante para cada reactivo.

7.2.6.2. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR CLORO

La prueba de cloro tiene como objetivo detectar la presencia de ácido clorhídrico o metales de cloro.

La determinación cualitativa del cloro en los refrigerantes, se basa en la precipitación de los aniones como cloruros de plata.

7.2.6.3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA ACIDEZ

La generación de ácidos se da, cuando el refrigerante reacciona con otras sustancias presentes en el sistema como rastros de agua o aceite y con el aumento en las temperaturas. Estas reacciones forman compuestos corrosivos que deterioran paulatinamente los componentes metálicos del sistema.

La prueba es realizada por el principio de titulación, la cual tiene como objetivo detectar compuestos solubles en agua y cualquiera que ionice en ácido.

Para determinar los ácidos orgánicos de alto peso molecular es necesario emplear la prueba de residuo de alto punto de ebullición, que consiste en determinar los residuos después de evaporar un volumen estándar de gas a un alto punto de ebullición.

El valor de la acidez es expresado en ppm en peso de HCl. Estos valores no podrán exceder los valores establecidos en las tablas 1^a, 1B, 1C de la norma AHRI 700 estándar.

“Para la determinación de acidez en refrigerantes nuevos y regenerados por método de titulación se utilizan los siguientes equipos, materiales y reactivos”:¹¹

Equipos y materiales

- Tubo capilar de 1/16 x 0.007 pulgadas, tetrafluoroetileno.
- Balanza de carga superior; capacidad de hasta 1000 g con 0.1 de resolución.
- Cilindro de muestreo de acero inoxidable FNPT de doble punta de ¼ pulgadas de 100 mL (1800psig).
- Dos válvulas de acero inoxidable de ¼ pulgadas con MNPT abocinados.
- Dos acoples acampanados FNPT de ¼ x ¼ pulgadas.
- Tubo de compresión de unión reducida de acero inoxidable de 1/16 x ¼ pulgadas.
- Adaptador hembra de ¼ pulgadas de compresión x ¼ pulgadas de expansión.
- Conector de cobre de ¼ pulgadas x ¼ de expansión.
- Válvula de alivio de presión (350 a 400 psig) de salida de ¼ pulgadas FNPT x ¼ pulgadas MNPT.
- Agitador magnético.
- Bureta (10 mL con división de 0.05 mL).
- Erlenmeyer de 250 mL.
-

¹¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MinAmbiente. Unidad Técnica de Ozono UTO. Determinación de acidez en refrigerantes nuevos y regenerados por método de titulación. Colombia. 2 p.

Reactivos

- Indicador azul de bromotimol, sal de sodio.
- Isopropanol grado reactivo.
- Tolueno grado reactivo
- Solución de KOH en Metanol 0.1 N
- Ácido Sulfúrico 0.1 N (solución acuosa)
- Metanol absoluto (anhídrido, grado reactivo).
- Agua destilada.

Nota: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de cualquier agente contaminante; revisar sugerencias bibliográficas para cada reactivo y/o las del fabricante; de igual manera, es indispensable mantenerlas soluciones preparadas en el laboratorio en un lugar fresco, en recipientes (matraces, erlenmeyers, etc.) adecuadamente tapados y rotulado con nombre de la solución y fecha de preparación, como mínimo.

7.2.6.4. PRUEBA DE SÓLIDOS Y PARTÍCULAS

Esta prueba determina la cantidad de sólidos y partículas presentes en el gas refrigerante, mediante el empleo de una cantidad de gas, la cual es dispuesta en el tubo de Goetz bajo una temperatura controlada; las partículas son determinadas por medio de una apreciación visual en el tubo de Goetz, previo a la evaporación del refrigerante.

La cantidad de las partículas se determina por el método gravimétrico. Las partículas pertenecen a desgaste de piezas metálicas, restos de soldadura entre otros.

“Para la determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes nuevos y regenerados por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de residuos de partículas por indicación visual se utilizan los siguientes equipos, materiales y reactivos”:¹²

Equipos y materiales

- Tubo de centrifuga Goetzgraduado de 100 mL
- Perlas de ebullición finas.
- Plato de aluminio desechable.

¹² Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MinAmbiente. Unidad Técnica de Ozono UTO. Determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes nuevos y regenerados por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de residuos de partículas por indicación visual. Colombia. 2 p.

- Plancha de calentamiento.
- Probeta de vidrio de 100 mL.
- Balanza de platillo externo (0,1 g).
- Balanza analítica.
- Baño de agua.
- Horno de secado.
- Pinzas de acero.

Reactivos

- Alcohol Isopropílico, grado reactivo.
- Acetona

Nota: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de la humedad ambiente; revisar las recomendaciones específicas del fabricante para cada reactivo.

7.2.6.5. CROMATOGRAFÍA

El empleo de la cromatografía de gases se basa en la inyección de una pequeña muestra de gas a separar y analizar en una corriente de gas inerte a temperatura elevada. La corriente de gas cruza la columna cromatográfica, en la cual se separan los componentes que están en mezcla mediante un elemento de fraccionamiento.

La temperatura al interior del horno es controlada con el objetivo de tener una precisión aproximada de $\pm 1^\circ\text{C}$.

“Para la determinación de pureza de refrigerantes R-22, R134a nuevos y regenerados por cromatografía de gases de columna capilar y empacada se utilizan los siguientes equipos, materiales y reactivos”:¹³

Equipos y materiales

- Cromatógrafo de gases con inyector para columna empacada, detector de ionización de llama (FID) y/o detector de conductividad térmica (TCD)
- Sistema de datos de cromatografía: con capacidad de integración electrónica y procesamiento de los datos. El sistema de datos debe estar configurado para

¹³ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MinAmbiente. Unidad Técnica de Ozono UTO. Determinación de pureza de refrigerantes R-22, R134a nuevos y regenerados por cromatografía de gases de columna capilar y empacada. Colombia. 2-3 p.

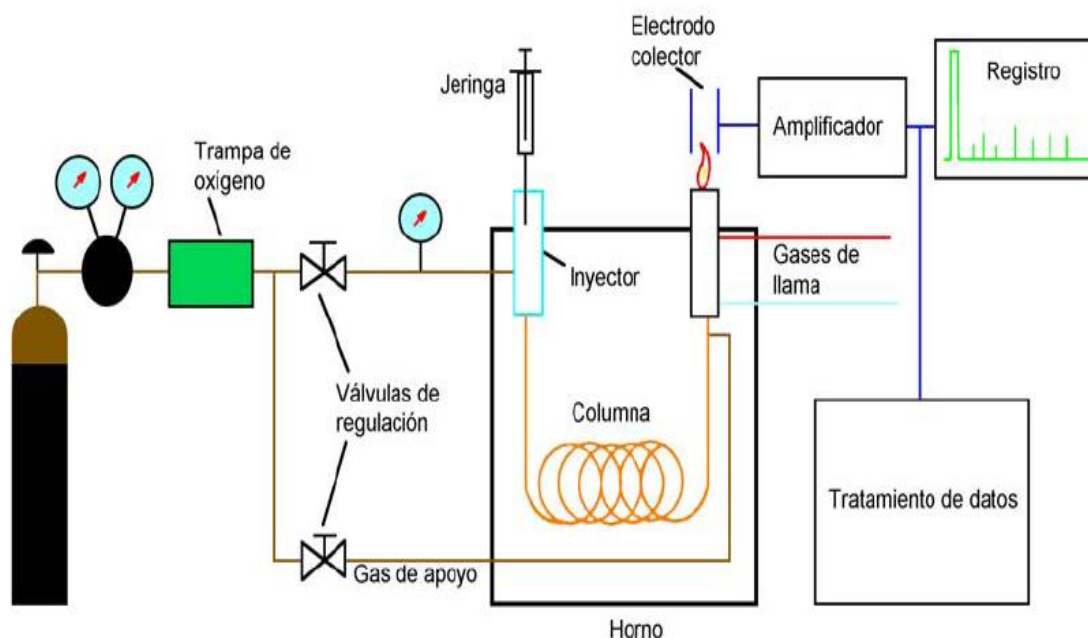
capturar las áreas de los picos, permitiendo la medición de aquellas mayores o iguales a 0.001% en peso. Los picos que no son identificados por el sistema de datos deben tener un factor de respuesta (FR) por defecto mayor de los factores de respuesta medios de los componentes o del R-22. Si se identifica el pico, debe ser cuantificado usando su factor de respuesta medido.

- Columna cromatográfica empacada para GC: de compuestos de alto peso molecular de polietilenglicol y un diepóxido que reaccionan con el ácido nitrotereftálico sobre una malla de carbón grafitada (60-80), con una superficie nominal de 100 metros cuadrados por gramo en una columna de acero inoxidable, OD de 7.3 m [24 ft], 3.20 mm [0,125 pulg.], o columna equivalente; las columnas pre-empacadas están disponibles comercialmente en varias marcas registradas.
- Columna cromatográfica capilar para GC: 135 m x 0,25 mm, 1 µm df, 6% cianopropilfenil-86% dimetil-polisiloxano o equivalente. las columnas están disponibles comercialmente en varias marcas registradas.
- Tubos recolectores de vidrio: de 125 mL a 500 mL (agrandar la abertura de salida hasta acomodar un crimp-on de 2 cm de septa. Poner cinta de fibra de vidrio por fuera para proteger).
- Jeringa de 1 mL, hermética.
- Aguja de punta desviada: eje standard calibre 22 x 1½ pulgadas de acero inoxidable.
- Balanza analítica

Reactivos

- Estándares de calibración: R-22 y R-134a.

Figura 14. Esquema cromatógrafo de gases.



Fuente: Centro de Producción más Limpia, guía de procesos de CRRR-EC.

En la figura 14 se visualiza como las muestras a analizar son ingresadas por el sistema de detección de muestras, mediante un dispositivo de inyección, que cumple la función de vaporizar las muestras. Donde la vaporización debe ser lo más rápida posible, sin excluir ningún componente; la muestra de gas debe ingresar a la columna lo más fina posible.

El horno cromatográfico debe proporcionar un sistema de calentamiento y enfriamiento, para mantener una estabilidad térmica, es necesario contar con un sistema de circulación de aire. La programación de la temperatura debe permitir etapas isotermas y rampas.

7.2.7. ENTREGA DEL REFRIGERANTE REGENERADO

Una vez realizadas las pruebas mencionadas anteriormente se verifica si los gases refrigerantes (R22, R134a) cumplen o no de acuerdo a la norma AHRI 700; si estos cumplen se entregan a los técnicos certificados en buenas prácticas, siendo ellos los encargados de la comercialización del gas regenerado. Por otra parte si los gases refrigerantes no cumplen, se incorporan nuevamente al proceso de regeneración.

Los cilindros resultantes del proceso que no pueden ser reincorporados al ciclo de regeneración, es decir, los cilindros comerciales o no retornables son entregados a C.I. Metales la Unión S.A.S, donde se encargan de su manejo y disposición final.

7.2.7.1. MANTENIMIENTO

Para la correcta operación de los equipos del centro de regeneración de gases refrigerantes, es de vital importancia ejecutar las labores de mantenimiento; garantizando con ello el buen funcionamiento de los equipos.

- Generar el cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos.
- Efectuar el mantenimiento de acuerdo a los criterios establecidos por el fabricante.
- Realizar las pruebas a los equipos después del mantenimiento.

8. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL MANEJO ACTUAL DE LOS GASES REFRIGERANTES HFC R-134A Y HCFC R-22

8.1. ENTREVISTA INFORMAL PARA OBTENER INFORMACIÓN PRIMARIA Y ANÁLISIS DE DATOS SUMINISTRADOS POR EL CRRR-EC PARA DETERMINAR IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

Con el fin de identificar los aspectos e impactos ambientales se realizó una entrevista informal al encargado del Centro de Regeneración de gases refrigerantes, donde se llevó a cabo un análisis de los datos obtenidos, teniendo como resultado la matriz de aspectos ambientales y por ende su priorización

De acuerdo con esto es pertinente conocer la opinión del señor Andrés Prieto Muriel, coordinador del Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes,

Ingeniero Químico y Maestro en Ciencias de Productos Forestales, el señor Andrés Prieto actualmente es el encargado de todas las actividades que se realizan en el CRRR-EC, motivo por el cual la información que el suministra es primordial para identificar y analizar los aspectos e impactos ambientales. **ANEXO 1.**

8.2 IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación de los aspectos e impactos se llevaron a cabo algunos criterios de la metodología de Espinoza, 2001 Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental y de Arboleda, 2008 Manual de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para la identificación de los aspectos e impactos es necesario tener en cuenta que el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes se encuentra establecido dentro de C.I. Metales la Unión S.A.S por lo tanto solo requerirá sus adecuaciones para el funcionamiento y operación, de esta manera se estima que los impactos a la flora y ecosistemas terrestres no estarán afectados en mayor medida al momento de su implementación.

Es importante aclarar que no se generaran mayor cantidad de impactos ambientales negativos puesto que la finalidad del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes es contrarrestar los efectos ambientales negativos causados por la liberación de HCFC 22 y HFC 134a, ya que estos son considerados sustancias agotadoras de ozono causando efecto invernadero y posteriormente calentamiento global.

Las etapas a tener en cuenta en el proceso investigativo son establecimiento y operación, es allí donde se van a concentrar los aspectos e impactos ambientales identificados, considerando el área de influencia directa (CRRR-EC) e indirecta (C.I. Metales la Unión S.A.S).

Cuadro 3. *Etapas y componentes del Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes*

ETAPA	COMPONENTES
Establecimiento	Adecuación del centro
Operación	Recuperación
	Recolección y transporte
	Identificación del refrigerante contenido en cilindros
	Regeneración
	Pruebas de laboratorio
	Entrega del refrigerante regenerado
	Mantenimiento

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

8.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Aspecto Ambiental: Son los elementos relacionados con los proyectos, actividades, productos o servicios de una organización que interactúan con el entorno, indicando la existencia de un impacto ambiental negativo o positivo teniendo en cuenta que, un aspecto significativo puede generar un impacto relevante.

Las actividades que se llevan a cabo en el Centro de Regeneración son susceptibles a generar aspectos ambientales, los cuales se entienden como el resultado o producto con capacidad de producir un impacto en el ambiente.

La identificación de los aspectos ambientales se realizó según la metodología de (Arboleda, 2001), Acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI), cuyo objetivo es proporcionar información sobre el proyecto o las actividades sobre las que se está realizando esta evaluación, haciendo énfasis en las acciones o partes del proyecto potencialmente impactantes, de tal forma que permita determinar los impactos ambientales positivos o negativos que puede generar el proyecto. **ANEXO 2.**

A continuación se muestra la matriz de priorización de Acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI):

Cuadro 4. Matriz de priorización de Acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI)

Etap	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
Establecimiento	Recuperación	Extracción del refrigerante contaminado	Cilindros de 25 a 30 lb y 10lb, gases HCFC 22 y HFC 134a	Se remueve el gas refrigerante en cualquier condición, se almacena en un cilindro desechable, sin analizarlo ni procesarlo.	Gases refrigerantes sin procesar	Disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a
Operación	Regeneración	Ingreso de los gases refrigerantes en estado líquido y gaseoso a la regeneradora	Equipo de Regeneración , gases refrigerantes R22 y R134a	Consiste en reprocesar el refrigerante contaminado para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante virgen establecidas por la norma de calidad ARI-700.	Gases refrigerantes purificados	Generación de gases purificados según la norma de calidad ARI-700
					Agua, aceite, polvo, envases desechables	Generación de partículas sólidas (polvo) y metálicas (limaduras), aceite, vapor de agua y gases no condensables
			Energía	Funcionamiento de equipo	CO ₂	Consumo de energía

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
	Pruebas de laboratorio	Procedimiento para determinar contenido de agua	Hydranal: composición adecuada para la determinación, de acuerdo al contenido de agua esperado. Sulfato de calcio anhidro, malla 20-40, como desecante. Estándar de agua Metanol grado reactivo	Análisis de los gases refrigerantes regenerados para determinar su calidad	Mezcla de sustancias químicas	<p>Generación de Dióxido de azufre (SO₂), (I₂), metanol (H₃OH), piridina (C₅H₅N). Nitrato de plata AgNO₃, ácido nítrico.</p> <p>Azul de bromotimol, isopropanol, tolueno, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico.</p> <p>Liberación de gas refrigerante a la atmósfera en las pruebas de contenido de agua, cloro, acidez, sólidos y partículas e impurezas</p>
		Procedimiento para determinar cloro	Metanol anhidro grado reactivo. Nitrato de Plata. Ácido Nítrico concentrado.			

Etapa	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
		Procedimiento para determinar acidez	Indicador azul de bromotimol, sal de sodio. Isopropanol grado reactivo. Tolueno grado reactivo Solución de KOH en Metanol 0.1 N Ácido Sulfúrico 0.1 N (solución acuosa) Metanol absoluto (anhídrido, grado reactivo). Agua destilada.			
		Pruebas de sólidos y partículas	Alcohol Isopropílico, grado reactivo. Acetona			

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
		Cromatografía	Estándares de calibración: R-22 y R-134a.			
		Pruebas de laboratorio	Energía	Funcionamiento de equipo	CO ₂	Consumo de energía
			Equipo de Seguridad	Uso de elementos de protección personal	Seguridad personal	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas
			Químicos y sustancias necesarias para la realización de las pruebas	Análisis de gases regenerados	Mezcla de sustancias químicas	Mezcla de químicos usados en cada una de las pruebas de laboratorio

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

En el cuadro anterior se presentaron las acciones o actividades susceptibles a producir aspectos ambientales en el CRRR-EC; considerando el cumplimiento de algunos principios planteados por el autor anteriormente mencionado.

- *Significancia*: es decir que sean *relevantes* o ajustadas a la realidad del proyecto y con capacidad de generar consecuencias *notables* en las condiciones medioambientales, descartándose aquellas irrelevantes o con poca capacidad de cambio.
- *Identificables/ubicables*: que sean definidas y ubicables físicamente o en los procesos donde se generan.
- *Cubrir la duración de la actividad*: se hace con el fin de definir las afectaciones ambientales en el tiempo de cada etapa de la actividad.

8.2.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Impacto Ambiental: se entiende como los “cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. Otros definen los impactos como las alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. En ambos casos debe tenerse claridad sobre los umbrales de aceptabilidad respecto al deterioro ambiental y los elementos del ambiente que deben ser protegidos”.¹⁴

Posteriormente a la identificación de los aspectos ambientales y su respectiva priorización, se procede a la identificación de los impactos ambientales positivos y negativos mediante de la matriz de clasificación y ponderación de impactos.

Este método consiste en la elaboración de una tabla de doble entrada, con las características y criterios ambientales y las acciones previstas del proyecto. En la

¹⁴ ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. “Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe”. Centro de Estudios para el Desarrollo – CED. Santiago. Chile. 2001. 147-208 p. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>

intersección de cada fila con cada columna se identifican los impactos correspondientes. **ANEXO 3.**

Para la valoración y clasificación de impactos ambientales se seleccionaron y se aplicaron los siguientes criterios:

1. Carácter:

Positivo, negativo y neutro, considerando a estos últimos como aquellos que se encuentran por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales.

Positivos: son aquellos que significan beneficios ambientales, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas.

Negativos: son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global.

2. Grado de Perturbación:

En el medio ambiente clasificado como: importante, regular y escasa.

3. Importancia:

Desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (clasificado como: alto, medio y bajo)

4. Riesgo de Ocurrencia:

Entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes (clasificado como: muy probable, probable, poco probable)

5. Extensión areal:

Territorio involucrado (clasificado como: regional, local, puntual)

6. Duración:

A lo largo del tiempo clasificado como:

Permanente: o duradera en toda la vida del proyecto

Media: o durante la operación del proyecto

Corta: durante la etapa de construcción del proyecto

7. Reversibilidad:

Para volver a las condiciones iniciales clasificado como:

Reversible: aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales

Parcial: si requiere ayuda humana

Irreversible: si se debe generar una nueva condición ambiental)

8. Evolución:

Califica la rapidez con la que se desarrolla el impacto, es decir la forma como éste se desarrolla a partir del momento en que inician los beneficios o afectaciones y hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.

Este criterio es importante porque dependiendo de la forma como evoluciona el impacto, se puede facilitar o no la forma de manejo. Se expresa en términos del tiempo transcurrido entre el inicio de los beneficios o afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses

Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses

Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses

Después de la aplicación de los criterios anteriormente descritos en cada uno de los impactos ambientales, se procede a la calificación cuantitativa, según cada uno de los criterios tienen la siguiente valoración: para el carácter se califica en -1, 0 y 1, a partir de

esto los demás criterios tienen una calificación de 1, 2 y 3, con su respectiva clasificación así como se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 5. Clasificación de Impactos

CARÁCTER		GRADO DE PERTURBACIÓN		IMPORTANCIA	
NEGATIVO	-1	IMPORTANTE	3	ALTA	3
NEUTRO	0	REGULAR	2	MEDIA	2
POSITIVO	1	ESCASA	1	BAJA	1

Fuente: *modificado de Guía de Gestión y Fundamentos de EIA, 2016.*

RIESGO DE OCURRENCIA		EXTENSIÓN AREAL		DURACIÓN	
MUY PROBABLE	3	REGIONAL	3	PERMANENTE	3
PROBABLE	2	LOCAL	2	MEDIA	2
POCO PROBABLE	1	PUNTUAL	1	CORTA	1

Fuente: *modificado de Guía de Gestión y Fundamentos de EIA, 2016.*

REVERSIBILIDAD		EVOLUCIÓN	
IRREVERSIBLE	3	RÁPIDA	3
PARCIAL	2	MEDIA	2
REVERSIBLE	1	LENTA	1

Fuente: *modificado de Guía de Gestión y Fundamentos de EIA, 2016.*

Una vez realizada la clasificación y la calificación se procede a realizar la ecuación, la cual tiene como finalidad valorar cada uno de los impactos ambientales. A continuación se muestra la ecuación utilizada y su respectiva valoración:

Ecuación: IMPACTO TOTAL:

$$\text{Carácter} * (\text{perturbación} + \text{importancia} + \text{ocurrencia} + \text{extensión} + \text{duración} + \text{reversibilidad} + \text{evolución})$$

Valoración: negativo (-); positivo (+)

Negativo (-)		Positivo (+)	
< (-) 15	Severo	> (+) 15	Alto
(-) 15 < (-) 9	Moderado	(+) 15 > (+) 9	Mediano
>(-) 9	Compatible	< (+) 9	Bajo

Fuente: *modificado de Guía de Gestión y Fundamentos de EIA, 2016.*

8.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

- *Impactos severos (-):*

Ambientales:

Contaminación del agua por generación y mezcla de sustancias químicas como Dióxido de azufre (SO₂), (I₂), metanol (H₃OH), piridina (C₅H₅N).

Nitrato de plata AgNO₃, ácido nítrico, azul de bromotimol, isopropanol, tolueno, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico que son utilizados en cada una de las pruebas de laboratorio (procedimiento para determinar contenido de agua, procedimiento para determinar cloro, procedimiento para determinar acidez, pruebas de sólidos y partículas, cromatografía).

Contaminación del agua por generación de aceite debido a cambio en el compresor para su lubricación, se considera un impacto severo por ser una clase de RESPEL, el cual actualmente no tiene ningún manejo ni disposición final adecuada.

- *Impactos altos (+):*

Ambientales:

Aumento en la calidad del aire por disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a, al igual que por la regeneración de estos mismos generando gases purificados cumpliendo con los estándares de calidad.

Aumento en la calidad del medio ambiente por la generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas en el momento de realizar las actividades del centro de regeneración y refrigeración de gases refrigerantes.

Incremento en la calidad de los ecosistemas por la disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a y por la generación de gases purificados.

De esta manera el medio ambiente tiene mayor capacidad de resiliencia, respondiendo a las perturbaciones causadas por el efecto invernadero y calentamiento global.

Sociales:

Mejoramiento en la salud humana por la generación de gases refrigerantes purificados, puesto que, al disminuir las emisiones de CFC 22 y HCFC 134a a la atmosfera, se genera un incremento en la calidad del aire y por ende la disminución de enfermedades de los seres humanos al disminuir los niveles de toxicidad en la atmosfera.

Tabla 6. *Priorización en la valoración de los impactos ambientales: alto y severo:*

ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	ECUACIÓN	VALORACIÓN
Extracción del refrigerante contaminado	Disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a	Aumento en la calidad del aire	16	Alto
Extracción del refrigerante contaminado	Disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a	Incremento en la calidad de los ecosistemas	15	Alto
Recolección de los cilindros para ser transportados al CRRR-EC	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	Aumento en la calidad del medio ambiente	16	Alto
Ingreso de los gases refrigerantes en estado líquido y gaseoso a la regeneradora	Generación de gases purificados según la norma de calidad ARI-700	Incremento en la calidad del aire	16	Alto
		Mejoramiento en la salud humana	16	Alto
		Reducción de emisiones de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera	18	Alto
		Aumento en la calidad de los ecosistemas	15	Alto
		Disminución de los refrigerantes halogenados en la atmósfera	17	Alto

ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	ECUACIÓN	VALORACIÓN
Análisis de los gases refrigerantes regenerados para determinar su calidad	Generación y mezcla de químicos usados en cada una de las pruebas de laboratorio como: Dióxido de azufre (SO ₂), (I ₂), metanol (H ₃ OH), piridina (C ₅ H ₅ N). Nitrato de plata AgNO ₃ , ácido nítrico. Azul de bromotimol, isopropanol, tolueno, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico	Contaminación del agua	-17	Severo
	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	Aumento en la calidad del medio ambiente	15	Alto
Verificación y entrega del gas regenerados a los técnicos certificados	Generación de gases purificados cumpliendo con los estándares de calidad	Reducción de emisiones de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera	16	Alto
		Incremento en la calidad del aire	15	Alto
	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	Aumento en la calidad del medio ambiente	15	Alto
Ejecutar las labores de mantenimiento; garantizando con ello el buen funcionamiento de los equipos	Generación de aceite debido a cambio en el compresor para su lubricación	Contaminación del agua	-16	Severo

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

Como se observa en el cuadro anterior en la priorización de la valoración de impactos ambientales según las actividades que desarrolla el centro de recuperación y refrigeración de gases refrigerantes R22 y R 134a arroja 14 impactos ambientales de los cuales (2) son negativos y (12) son positivos, valorándose estos como severos y altos respectivamente.

Según la valoración (alto y severo) se toma como base información secundaria de los aspectos biofísicos del municipio de Dosquebradas para determinar o justificar cada uno de los criterios de calificación respecto a los impactos ambientales.

El CRRR-EC ubicado en la zona industrial la macarena hace parte de la comuna 1 del Municipio de Dosquebradas, por lo tanto esta zona contiene la mayor oferta de suelo urbano para la localización de desarrollos económicos (industria, logística, comercio pesado).

Los impactos ambientales significativos de las actividades del CRRR-EC asociados a los impactos severos negativos (-) se deben a la contaminación del agua, teniendo en cuenta que la principal cuenca del municipio es la Quebrada Dosquebradas, la cual es formada por la unión de las quebradas Manizales y Aguazul, entregando sus aguas al Río Otún.

La red hidrográfica principal está conformada por las quebradas: La Fría, Tominejo, La Amoladora, Gutiérrez, Aguazul, Frailes, Manizales, La Víbora, La Soledad y Molinos, entre otras.

El CRRR-EC ubicado en esta zona industrial tiene a su alrededor la quebrada La Fría, la cual nace en el Alto del Erazo a 2.180 m.s.n.m. en el área nor-occidental del municipio, recorriéndolo en sentido norte sur. Limita al oriente con las microcuencas de las quebradas La Cristalina (El Oso) y Gutiérrez.

Para la conservación de los recursos hidrológicos y garantizar el suministro de agua a los diferentes acueductos comunitarios veredales o urbanos, La Alcaldía de Dosquebradas, la Gobernación de Risaralda y la CARDER han venido adquiriendo predios en cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 108 y 111 de la Ley 99 de 1993, los artículos 2 y 16 de la Ley 373 de 1997 y el Acuerdo 131 de 2006.

Los predios adquiridos por la CARDER, hacen parte del Distrito de Conservación Alto del Nudo, con un área 895.564,4 metros cuadrados; de esta área a la quebrada la Fría (la Badea) pertenece 62.746,8 metros cuadrados

La calidad sanitaria de las fuentes hídricas del municipio se dispone de la información generada por la “Universidad Tecnológica de Pereira, Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento-GIAS en julio de 2014: “caracterización y modelación de la quebrada Dosquebradas y monitoreo de los tributarios urbanos receptores de descargas correspondiente al año 2013 del área de cobertura de Serviciudad E.S.P”.

Este estudio permite la proyección de la calidad sanitaria de la principal corriente hídrica receptora de las descargas municipales y hacer seguimiento en el tiempo a los efectos e impactos sobre la misma, dando cumplimiento a esta actividad programada y aprobada por la Autoridad Ambiental Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER).

Según este estudio se observó tendencia general al mejoramiento de la calidad para los puntos ubicados en la quebrada Dosquebradas, así como para los puntos ubicados aguas abajo en los tributarios de esta misma. “En particular, el punto de la desembocadura de la Q. Dosquebradas tuvo un aumento representativo pasando de calidad mala (49,7) en 2013 a regular (50,8) en 2014”¹⁵. Estos resultados están basados según los valores IFSN como se muestra a continuación.

Rangos de valores, clasificaciones y convenciones para la valoración del IFSN

VALOR IFSN	CLASIFICACIÓN DEL AGUA	CONVENCIÓN
91 – 100	Excelente	
71 – 90	Buena	
51 – 70	Regular	
26 – 50	Mala	
0 – 25	Muy mala	

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Dosquebradas. 2014.

Los impactos ambientales significativos de las actividades del CRRR-EC asociados a los impactos altos positivos (+) corresponden al aumento de calidad del medio ambiente (aire y ecosistemas) y al mejoramiento en la salud humana del área del CRRR-EC y del Municipio, por lo tanto la información sobre la valoración, evaluación y seguimiento de indicadores de contaminación, es la contenida en el Informe anual del sistema de vigilancia de calidad del aire en el Área Metropolitana Centro Occidente Carder del año 2013.

El SVCA del Área Metropolitana Centro Occidente tiene cubrimiento en los municipios Pereira (Estación CARDER, Estación Centro Tradicional), La Virginia (Estación Cuenca río Risaralda), Dosquebradas (Estación Balalaika) y Santa Rosa de Cabal (Variante Chinchiná).

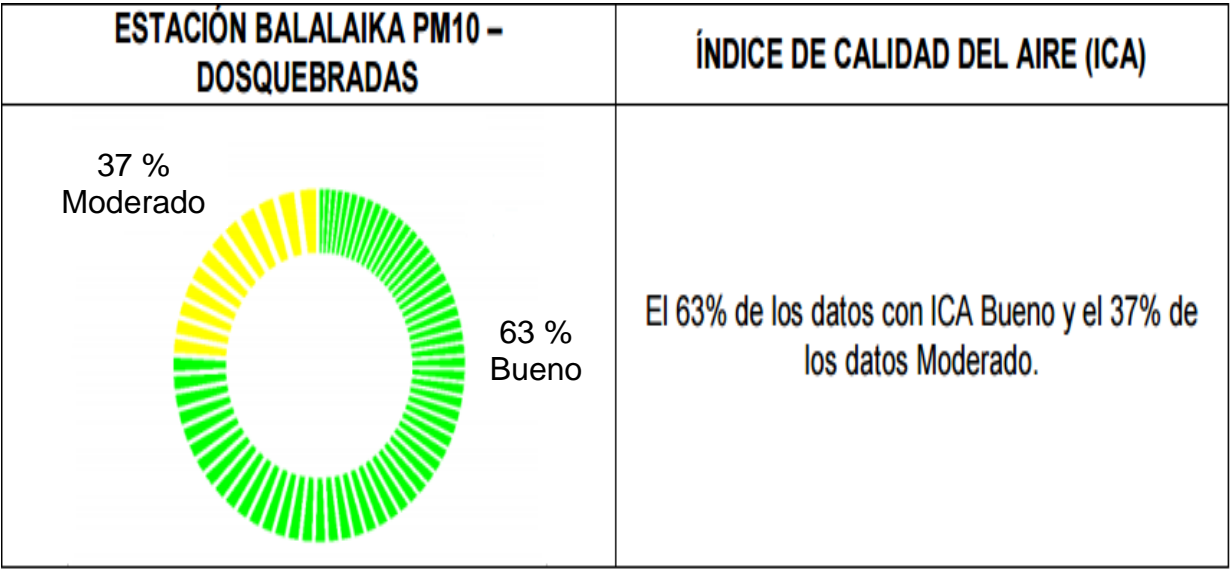
¹⁵ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS. Resumen ejecutivo – diagnósticos sectoriales. Caracterización y modelación de la quebrada Dosquebradas. UTP Pereira. 2014. 27-28 p.

“En la Estación Balalaika de Dosquebradas, se registra un porcentaje de 47% de frecuencia para material particulado menor de 10 PM, por lo cual se encuentra en la Clasificación III Área contaminación MODERADA, según el índice de calidad del aire (ICA) adoptado para Colombia”¹⁶.

El Índice de Calidad del Aire (ICA) para el Municipio de Dosquebradas se considera BUENO, considerando esto que no hay riesgos inminentes de afectación a la salud ni a los ecosistemas, teniendo en cuenta que la microcuenca la Fría cuenta con ecosistemas en toda su área teniendo 90,35 Ha de bosques y 2,2 Ha de guaduales, por lo que el total de su cobertura es de 92,55 Ha.

El índice de calidad del aire para Dosquebradas es Bueno (63%) y Moderado (37%) como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13. Índice calidad del aire Balalaika Dosquebradas



Fuente: *CARDER, Informe anual del sistema de vigilancia de calidad del aire SVCA. 2012.*

¹⁶ Corporación Autónoma Regional de Risaralda. CARDER. Informe anual del sistema de vigilancia de calidad del aire SVCA en el área metropolitana centro occidente. Pereira. 2012. 38-39 p.

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES

9.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Para la selección de las medidas de manejo ambiental se tuvieron en cuenta los impactos significativos mencionados anteriormente, a los cuales se aplicaron diferentes tipos de medidas de prevención, mitigación y seguimiento, las cuales se describen a continuación:

Medidas de prevención

“Son acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente (artículo 1°, decreto 1220 de 2005)”.¹⁷ Es decir, son aquellas medidas que buscan eliminar a priori las causas que pueden generar los impactos y por lo tanto, hacen parte de la etapa de estudio y diseño del proyecto o antes de que se inicie la construcción.

Por ejemplo, como medidas de prevención se pueden implementar cambios en el diseño del proyecto, en los procesos de construcción u operación, en las tecnologías utilizadas, en su localización, en el calendario de trabajo, etc., los cuales tienen que ser incorporados al proyecto antes de su construcción.

Medidas de mitigación

De acuerdo con el mismo decreto, son acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente, o sea la implementación de acciones para limitar o eliminar los posibles efectos adversos del proyecto.

Para lograr esta reducción, se deben considerar todas las posibilidades técnicas, administrativas u operacionales que puede tener el proyecto. Por ejemplo, para

¹⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1220 “por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Artículo 1. Abril 21 de 2005. Colombia. 1 p. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Decreto_1220+de+2005.pdf/9127b232-8215-46aa-8793-c0d3ec21b076

controlar la contaminación del agua por aguas residuales, se pueden utilizar sistemas de separación por gravedad o tratamientos biológicos o químicos, con lo cual se estaría reduciendo la cantidad de DBO que estaría llegando a los cuerpos de agua (magnitud) y por lo tanto minimizando la significancia del impacto ambiental (Con estas medidas se está actuando sobre el proyecto, sus tecnologías y procesos).

Medidas de seguimiento

El programa de seguimiento ambiental tiene por función básica garantizar el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas de protección contenidas en el estudio de impacto ambiental. El seguimiento, tanto de la obra realizada, como de los impactos generados, puede considerarse como uno de los más importantes componentes de la planificación, así como del diseño de programas de gestión ambiental. Este programa, tiene como finalidad comprobar la severidad y distribución de los impactos negativos y positivos.

Por otra parte se aplicaran unos criterios de selección y calificación, que consideran algunos factores como el ambiental, técnico, financiero y social, con el fin de garantizar que las medidas implementadas tengan en cuenta y beneficien cada uno de estos aspectos; además se les asigno una calificación clasificada como: no efectiva (1), medianamente efectiva (5) y efectiva (10).

Tabla 7. Criterios de selección de medidas de manejo ambiental

IMPACTOS	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CRITERIOS DE SELECCIÓN				TOTAL
			Ambiental	Técnico	Financiero	Social	
1. Contaminación del agua por aceite usado	1.1. Manejo y disposición adecuada del aceite en combustibles Juanchito S.A.S.	Prevención	10	10	5	10	35
	1.2. Adoptar controles detallados y precisos de vertimientos		5	5	1	10	21
	1.3. Implementación de trampa de grasas en las instalaciones del CRRR-EC		10	5	5	10	30
2. Contaminación del agua por mezcla de sustancias químicas	2.1. Pago de multas por contaminación del recurso hídrico	Mitigación	1	5	1	1	8
	2.2. Adoptar controles detallados y precisos de vertimientos		5	5	1	10	21
	2.3. Establecer área de almacenamiento con su respectivo instructivo		10	5	10	10	35
3. Aumento en la calidad del medio ambiente (aire, ecosistemas)	3.1. Monitoreo y seguimiento de cada una de las actividades en el CRRR-EC	Seguimiento	10	10	10	10	40

IMPACTOS	MEDIDAS	TIPO DE MEDIDA	CRITERIOS DE SELECCIÓN				TOTAL
			Ambiental	Técnico	Financiero	Social	
	3.2. Adoptar estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire en el área del CRRR-EC	Prevención	10	1	1	10	22
	3.3. Aumentar o mantener las cantidad de gas regenerado y recuperado	Prevención	10	5	10	10	35
4. Mejoramiento en la salud humana	4.1. Garantizar el permanente funcionamiento del CRRR-EC	Prevención	5	5	10	10	30
	4.2. Control y monitoreo a equipos de protección y seguridad personal dando cumplimiento a los estándares de calidad	Seguimiento	5	10	10	10	35
	4.3. Garantizar la continuidad del manejo de buenas prácticas en los procesos del CRRR-EC	Prevención	10	10	10	10	40

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN		
1	5	10
No efectiva	Medianamente efectiva	Efectiva

TIPO DE MEDIDA	
Prevención	
Mitigación	
Seguimiento	

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

Los resultados arrojados por la matriz de criterios de selección de medidas de manejo ambiental indican las medidas más apropiadas para llevar a cabo el Plan de Manejo Ambiental. Se implementarán en total 4 medidas correspondientes a cada impacto ambiental significativo.

1. Contaminación del agua por aceite usado:

Evalutando las posibles medidas de manejo ambiental para el impacto generado al recurso hídrico por el aceite usado debido a las labores de mantenimiento en las instalaciones del centro, se tuvieron en cuenta tres medidas: *Manejo y disposición adecuada del aceite en combustibles Juanchito S.A.S., Adoptar controles detallados y precisos de vertimientos e Implementación de trampa de grasas en las instalaciones del CRRR-EC*; de las cuales, la más acertada fue la primera, esta corresponde a una medida de Prevención que pretende llevar a cabo acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que se puedan generar durante la operación del centro creando así condiciones favorecedoras en términos tanto ambientales como económicos y sociales.

Actualmente el CRRR-EC está llevando a cabo esta medida de prevención, realizando una disposición adecuada de este residuo, sin embargo es importante ejecutar labores de seguimiento y monitoreo mediante las cuales se garantice la permanente y adecuada gestión del aceite lubricante usado en el proceso de regeneración.

Combustibles Juanchito es una empresa que contribuye con la conservación del medio ambiente debido al manejo adecuado de los residuos peligrosos, como la recolección, tratamiento y aprovechamiento de los Aceites Lubricantes Usados – ALU's, además, realiza manejo integral de otros residuos como: mantenimiento de trampa de grasas, aguas contaminadas, envases plásticos, llantas usadas, entre otros, en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Caldas y Quindío. De esta manera se caracterizan como gestores ambientales evitando que la disposición final inadecuada de este tipo de residuos afecte los suelos, las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, el aire, la fauna, la flora y la salud humana.

La empresa cuenta con la aprobación de un Plan de Manejo Ambiental por parte de la Corporación Autónoma del Valle del Cauca – CVC mediante la resolución S.G.A. N° 296 de Diciembre 21 de 2001 para el almacenamiento y distribución de aceites usados y otro tipo de combustibles, así como el manejo de residuos sólidos y aceitosos, como del aval de otras corporaciones ambientales: DAGMA, CARDER, CRC, CRQ, CORTOLIMA, CORPOCALDAS y CAM.

En el aspecto técnico la empresa cuenta con una flota propia de vehículos que cumplen con lo estipulado en el decreto 1609 de 2002 por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Los vehículos han sido acondicionados de acuerdo a las necesidades propias del servicio que se presta, en aras de minimizar los riesgos de derrames y los posibles impactos que se puedan ocasionar por los accidentes que puedan ocurrir en el desarrollo de las labores de recolección, cargue y transporte de los residuos y sustancias peligrosas que se manejan.

En términos financieros, combustibles Juanchito será el encargado de las labores de recolección, tratamiento y aprovechamiento del aceite, por tal motivo esta medida de manejo ambiental no representara ningún costo para el Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes, por el contrario se verá beneficiado con las utilidades generadas por la venta del Aceite Lubricante Usado al gestor de residuos.

Figura 15. Ficha de manejo ambiental para la contaminación del agua por aceite usado.

Evaluación de Impactos Ambientales en el Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes

Medida: Manejo y disposición adecuada del aceite en combustibles Juanchito S.A.S.

Tipo de medida: Prevención ✓

Objetivo: prevenir el efecto negativo generado con el aceite usado, mediante la recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición adecuada de los Aceites Lubricantes Usados, evitando la afectación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas.



LUGAR

Nombre del Impacto: Contaminación del agua por aceite usado

Combustibles Juanchito S.A.S es una empresa que esta ubicada en Cali capital del departamento del Valle, esta empresa esta dedicada al manejo integral de residuos peligrosos como: aguas contaminadas, envases plásticos, llantas usadas, mantenimiento de trampa de grasas, recolección, tratamiento y aprovechamiento de los Aceites Lubricantes Usados, entre otras, en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Caldas y Quindío.

La empresa cuenta con una flota propia de vehículos que cumplen con lo estipulado en el decreto 1609 de 2002 por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Los vehículos han sido acondicionados de acuerdo a las necesidades propias del servicio que se presta.



COSTO: combustibles Juanchito sera el encargado de las labores de recolección, tratamiento y aprovechamiento del aceite, por tal motivo esta medida de manejo no le genera ningún costo al Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes, por el contrario se vera beneficiado con las utilidades resultantes de la venta del ALU's al gestor de residuos.

El aceite lubricante usado sera recolectado una vez al año, teniendo en cuenta que las cantidades que genera el CRRR-EC no son trascendentales ya que sus labores de mantenimiento nos son constantes.

ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Manejo y disposición adecuado del aceite en combustibles Juanchito S.A.S.												



Responsable: Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes

Cuadro 5. Ficha de monitoreo para la prevención del impacto (-) severo.

FICHA DE MONITOREO PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO GENERADO AL RECURSO HÍDRICO POR EL ACEITE USADO							
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES							
META	INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDAD	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	REPORTE DE INFORMACIÓN	RESPONSABLE
Aprovechar el 100% del Aceite Lubricante Usado generado por el CRRR-EC en Combustibles Juanchito S.A.S en el municipio de Cali para el 2016.	Cantidad de Aceite Lubricante Usado recolectado, tratado y aprovechado.	Prevenir el efecto negativo generado con el aceite usado, mediante la recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición adecuada de los Aceites Lubricantes Usados, evitando la afectación de las fuentes de aguas superficiales o subterráneas.	Cada año en el mes de Julio.	Calidad de Vertimientos	Las labores de seguimiento estarán a cargo de un técnico certificado en buenas prácticas en refrigeración quien verificara el pleno cumplimiento de las actividades propuestas.	Encargado del Centro del Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes y Gestor de Residuos Combustibles Juanchito S.A.S.	Centro del Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes.
				% aprovechamiento			
				Eficiencia del tratamiento aplicado			
RECOMENDACIONES							
Comparar la información con el rango de integridad del indicador							
Verificar la eficiencia de la medida aplicada							
Realizar inspecciones periódicas con el fin de evitar posibles derrames de aceite							
	RANGO DE INTEGRIDAD DEL INDICADOR						
	ROJO	AMARILLO		VERDE			
	Bajo: 20% de ALU aprovechado	Medio: 50% de ALU aprovechado		Alto: 100% de ALU aprovechado			

Fuente: elaboración propia, 2016.

2. Contaminación del agua por mezcla de sustancias químicas:

Entre las diferentes medidas propuestas como *Pago de multas por contaminación del recurso hídrico, Adoptar controles detallados y precisos de vertimientos, Establecer área de almacenamiento con su respectivo instructivo*; los resultados arrojaron como efectiva el establecimiento de un área de almacenamiento que cuente con un instructivo adecuado y detallado; esta corresponde a una medida de Mitigación que permitirá restablecer las condiciones iniciales cumpliendo con los estándares de calidad con relación a lo establecido en la normatividad ambiental, minimizando en gran medida la significancia del impacto.

En primera instancia es indispensable que el CRRR-EC adecue un área específica para el almacenamiento de las sustancias químicas que son utilizadas en cada una de la pruebas de laboratorio y son consideradas como RESPEL, para llevar esto a cabo se deben considerar los siguientes requisitos.

- Área segura de fácil acceso y control
- Acceso controlado y limitado a uno o dos empleados
- Extintores tipo ABC de 10 lbs
- Sistemas de extracción o ventilación adecuada
- Sistema de alarma en caso de incendio
- Sistema de comunicación
- Equipo y materiales para el control de derrames
- Ducha de emergencia y fuente de lavado de ojos

El almacenamiento de estas sustancias químicas debe realizarse de tal manera que se minimicen los riesgos a la salud y al ambiente; es importante tener en cuenta que las cantidades que se almacenan en los laboratorios debe ser la mínima necesaria.

Las sustancias químicas deben tener envases adecuados para cada composición. Los envases originales de sustancias químicas se deben mantener con etiquetas legibles y en buenas condiciones. La etiqueta debe tener como mínimo la siguiente información:

- Nombre de la sustancia química
- Índice de peligrosidad o aviso de seguridad
- Característica de peligrosidad principal
- Distribuidor o fabricante

Además de lo anterior para cada sustancia química se debe tener el instructivo respectivo que sea accesible a los empleados que van a manipular dichas sustancias,

el instructivo debe contener datos mínimos de seguridad como la identidad de la sustancia química, riesgos físicos y a la salud, límites de exposición y precauciones, la información debe ser actualizada cada vez que un dato sea modificado, esto ayudara a la correcta clasificación y almacenamiento de las sustancias.

En términos financieros el costo total de la medida del establecimiento del área de almacenamiento para sustancias químicas corresponden a:

COSTO TOTAL: El costo total de la medida de mitigación para el establecimiento de un área de almacenamiento de sustancias químicas es: 1.292.000 pesos (\$).

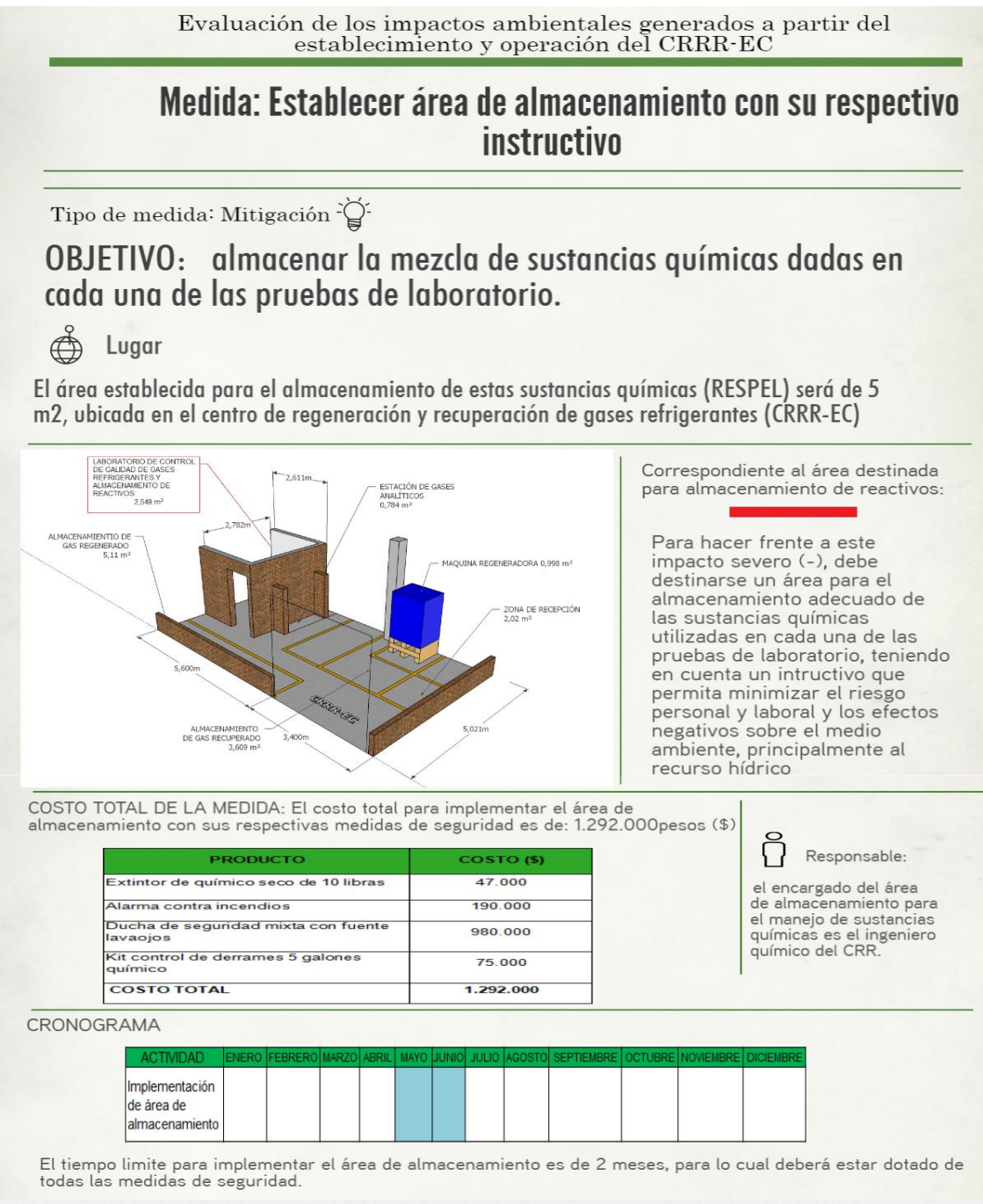
Los costos y las características específicas de cada uno de los productos se pueden evidenciar en el **ANEXO 4**.

Tabla 8. *Costo total de establecimiento de área de almacenamiento*

PRODUCTO	COSTO (\$)
Extintor de químico seco de 10 libras	47.000
Alarma contra incendios	190.000
Ducha de seguridad mixta con fuente lavaojos	980.000
Kit control de derrames 5 galones químico	75.000
COSTO TOTAL	1.292.000

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

Figura 16. Ficha de manejo ambiental para la contaminación del agua por mezcla de sustancias químicas.



Cuadro 6. Ficha de monitoreo para la implementación de área de almacenamiento.

FICHA DE MONITOREO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ÁREA DE ESTABLECIMIENTO							
Evaluación de los impactos ambientales generados a partir del establecimiento y operación del CRRR-EC							
META	INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDAD	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	REPORTE DE INFORMACIÓN	RESPONSABLE
Reducir en un 100% los vertidos de las mezclas de sustancias químicas en el CRRR-EC para el año 2016.	% de sustancias químicas almacenadas	Identificar que la medida de mitigación implementada en el CRRR-EC, esté contribuyendo a la mejora del recurso hídrico	En los meses de mayo y junio	Cumplimiento de los monitoreos	Administrador Ambiental	Ingeniero Químico del CRRR-EC	Ingeniero Químico del CRRR-EC
				Calidad del recurso hídrico			
				% Químicos almacenados			
				Cumplimiento de medidas de seguridad			
				Cumplimiento del instructivo			
RECOMENDACIONES							
Comparar la información con el rango de integridad del indicador							
Realizar inspecciones periódicas con el fin de verificar el adecuado almacenamiento de las sustancias químicas							
Elaborar listas de chequeo para dar cumplimiento al instructivo y medidas de seguridad							
	RANGO DE INTEGRIDAD DEL INDICADOR						
	ROJO		AMARILLO		VERDE		
	Incrementación nula de almacenamiento de sustancias químicas		Incrementación moderada de almacenamiento de sustancias químicas		Incrementación alta de almacenamiento de sustancias químicas		

Fuente: elaboración propia, 2016.

3. Aumento en la calidad del medio ambiente (aire, ecosistemas)

Este impacto ambiental asume un carácter positivo, en el cual se tienen en cuenta tres medidas que siguen una lógica de seguimiento o prevención de los impactos ambientales entre las cuales están: *Monitoreo y seguimiento de cada una de las actividades llevadas a cabo en el CRRR-EC*, *Adoptar estaciones del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire en el área del CRRR-EC* y *Aumentar o mantener la cantidad de gas regenerado y recuperado*, evaluando la efectividad de cada una de ellas en términos ambientales, sociales y económicos, la más apropiada corresponde al monitoreo y seguimiento de las actividades que se realizan en el CRRR-EC; para llevar esto a cabo es necesario contar con una persona capacitada que se encargue de controlar y verificar si las actividades que se realizan en el centro se están ejecutando constantemente y de la manera adecuada, garantizando de esta manera el cumplimiento de las indicaciones propuestas y de las medidas de protección contenidas en el estudio de impacto ambiental maximizando así el beneficio que se genera con la operación del CRRR-EC.

La persona encargada debe tener a su disposición fichas técnicas donde se evidencie la veracidad y claridad de los procesos.

Los costos de esta medida están directamente relacionados con la contratación del técnico encargado de las labores de seguimiento y monitoreo de las actividades realizadas en el CRRR-EC, su salario corresponde a un valor de \$ 850.000.

Figura 17. Ficha de manejo ambiental para maximizar el aumento en la calidad del medio ambiente.



Cuadro 7. Ficha de monitoreo para maximizar el aumento en la calidad del medio ambiente.

FICHA DE MONITOREO PARA MAXIMIZAR EL AUMENTO EN LA CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE (AIRE Y ECOSISTEMAS)							
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES							
META	INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDAD	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	REPORTE DE INFORMACIÓN	RESPONSABLE
Alcanzar un alto nivel de eficiencia en todas las actividades realizadas por el CRRR-EC en el municipio de Dosquebradas para el año 2016.	Nivel de eficiencia de las actividades realizadas por el CRRR-EC	Garantizar la adecuada y permanente operación de las actividades realizadas en el CRRR-EC mediante el seguimiento y monitoreo de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en sus instalaciones.	Semanalmente a partir de mayo.	Frecuencia de regeneración	Las labores de monitoreo y seguimiento estarán a cargo de un técnico certificado en buenas prácticas en refrigeración quien verificara el pleno cumplimiento de las actividades propuestas.	Encargado del Centro del Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes y Técnico Certificado.	Centro del Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes.
				Fichas técnicas operativas			
				Listas de chequeo y verificación			
RECOMENDACIONES							
Comparar la información con el rango de integridad del indicador							
Aplicar adecuadamente las fichas de monitoreo y seguimiento							
Verificar el desempeño ambiental de las operaciones del CRRR-EC							
	RANGO DE INTEGRIDAD DEL INDICADOR						
	ROJO	AMARILLO		VERDE			
	Bajo: 20%-50% de eficiencia	Medio: 50%-80% de eficiencia		Alto: 80%-100% de eficiencia			

Fuente: elaboración propia, 2016.

4. Mejoramiento en la salud humana

Con el establecimiento y operación del Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes se han generado múltiples impactos positivos que han encadenado beneficios desde lo ambiental hacia el factor social y económico, un ejemplo de ello es el mejoramiento en la salud humana debido a la reducción de emisiones de los gases refrigerantes como clorofluorocarbonos e hidroclorofluorocarbonos, puesto que son gases tóxicos causantes del efecto invernadero y además causan efectos nocivos para la salud de las personas, por este motivo es necesario dejar en claro que el centro ha cumplido una excelente labor con sus procesos de recuperación y regeneración de gases refrigerantes, de esta manera el CRRR-EC regenero durante un año 1.132 kg de R22 Y 1.157 kg R134a, lo que equivale a un total de 3.703,43 toneladas de CO₂ eq.

La alianza de trabajo UTO-SENA, ha permitido el trabajo conjunto entre las Regionales UTO y los Centros de formación SENA, lo cual tiene por objetivo capacitar en Buenas Prácticas de Refrigeración a los técnicos que realizan labores de instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como promover la certificación de los técnicos en las Normas de Competencia Laboral (NCL) que han sido diseñadas para este sector, especialmente en la NCL 280501022 “Aplicar Buenas Prácticas en el uso de refrigerantes y lubricantes en instalaciones RC, según normatividad ambiental” (anteriormente conocida como “Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional).

Entre el 2006 y el 2015, se ha logrado la expedición de 7.586 certificaciones en la NCL 28050122, y la inclusión del requisito de la certificación en esta Norma en los procesos de contratación de técnicos que realizan mantenimiento de equipos de refrigeración en diversas entidades públicas y privadas.

De esta manera el desarrollo de este proyecto ha fortalecido la capacidad técnica de los instructores en refrigeración del SENA y capacitarlos para que sean multiplicadores de la información relacionada con la aplicación de buenas prácticas ambientales. Por lo tanto cada centro de formación SENA asociado al proyecto, está preparado para atender la demanda de capacitación y certificación de empresas de mantenimiento y sus trabajadores.

Esta labor de capacitación y certificación deberá continuar para responder a las necesidades del sector en refrigeración, contribuyendo a mejorar las buenas prácticas que se realizan en el manejo de las sustancias refrigerantes, de manera que se


minimicen las emisiones de las sustancias R 22 y R 134 a y por ende aumentar la calidad del aire y la salud en los seres humanos.

El costo de esta medida de capacitaciones y certificaciones a empresas de mantenimiento y sus trabajadores por medio de SENA es de 0 pesos (\$).


Figura 18. Ficha de manejo ambiental para el mejoramiento en la salud humana.


Evaluación de los impactos ambientales generados a partir del establecimiento y operación del CRRR-EC

MEDIDA: garantizar continuidad del manejo de buenas prácticas en los procesos del CRRR-EC


Tipo de medida: Prevención 

OBJETIVO: continuar reduciendo las emisiones de gases refrigerantes R 22 y R 134a por medio de capacitación y certificación para aplicar el manejo de buenas prácticas en cada uno de los procesos del CRRR-EC

 **Lugar**
El área para capacitaciones y certificaciones en el sector de buenas prácticas en refrigeración es en cada centro de formación SENA.



Para hacer frente a este impacto alto positivo (+) cada centro de formación SENA deberá continuar realizando las capacitaciones y certificaciones según la Norma de Competencias Laborales NCL 280501022: aplicar buenas prácticas en el uso de refrigerantes y lubricantes en instalaciones de refrigeración con el fin de seguir minimizando las emisiones de estas sustancias y por ende generar un incremento en la calidad del aire y la disminución de enfermedades de los seres humanos

 **Responsable:**
El encargado de realizar las capacitaciones y certificaciones es el centro de formación SENA.

COSTO TOTAL DE LA MEDIDA: El costo total para la capacitación y certificación de las empresas de mantenimiento y sus trabajadores por medio del SENA es de: 0 pesos (\$)

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Capacitaciones y certificaciones (SENA)												

El tiempo para realizar las capacitaciones y certificaciones por el SENA se harán cada dos veces al año entre los meses de mayo y noviembre para capacitar en Buenas Prácticas de Refrigeración a los técnicos y así promover la certificación en las Normas de Competencia Laboral (NCL)

Cuadro 8. Ficha de monitoreo para la continuidad de buenas prácticas de refrigeración.

FICHA DE MONITOREO PARA LA CONTINUIDAD DE BUENAS PRÁCTICAS EN REFRIGERACIÓN							
Evaluación de los impactos ambientales generados a partir del establecimiento y operación del CRRR-EC							
META	INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDAD	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	REPORTE DE INFORMACIÓN	RESPONSABLE
Capacitar y certificar el 100% de técnicos que realizan labores de instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración en el SENA para el año 2016	Cumplimiento de capacitaciones y certificaciones por el SENA	Garantizar la continuidad de capacitaciones y certificaciones de buenas prácticas en refrigeración con el fin de seguir reduciendo las emisiones de gases refrigerantes (R 22 y R 134a y el aumento a la salud humana	En los meses de mayo y noviembre	Cumplimiento de las capacitaciones	Administrador Ambiental	SENA	SENA
				Cumplimiento de las certificaciones			
				Kg de gas recuperado/ año			
				Índice de calidad del aire			
				Índice de mejoramiento a la salud humana			
RECOMENDACIONES							
Comparar la información con el rango de integridad del indicador							
Realizar monitoreos para verificar el cumplimiento de capacitaciones y certificaciones							
Realizar entrevistas semi-estructuradas para indicar el mejoramiento a salud humana							
Realizar monitoreos para el índice de calidad del aire							
	RANGO DE INTEGRIDAD DEL INDICADOR						
	ROJO	AMARILLO		VERDE			
	Incrementación nula de buenas prácticas en refrigeración	Incrementación moderada de buenas prácticas en refrigeración		Incrementación alta de buenas prácticas en refrigeración			

Fuente: elaboración propia, 2016.

Cuadro 9. *Ficha de seguimiento para las medidas de manejo ambiental.*

FICHA DE SEGUIMIENTO PARA LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	
FECHA	
NOMBRE	
ÁREA DE INTERÉS	
HORA INGRESO	
HORA SALIDA	
ACTIVIDAD REALIZADA	
RECURSOS EMPLEADOS	
RESULTADO	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

10. PLAN DE CONTINGENCIA PARA LAS INSTALACIONES DEL CRRR-EC

El plan de contingencia para el Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes es un tipo de plan preventivo, predictivo y reactivo, el cual, presenta una estructura estratégica y operativa que ayudará a controlar situaciones de emergencia y a minimizar sus consecuencias negativas; proponiendo una serie de procedimientos alternativos al funcionamiento normal del CRRR-EC, cuando alguna de sus actividades usuales se vean perjudicadas por una contingencia interna o externa.

El Plan de Contingencia será implementado en el CRRR-EC con el fin de controlar una situación de emergencia y evitar consecuencias negativas, de esta manera asegurando la protección de vidas humanas, recursos naturales e infraestructura que puedan verse afectadas.

En este sentido el objetivo de este plan de contingencia se enfoca en garantizar la continuidad del funcionamiento del centro frente a cualquier eventualidad y situaciones especiales de peligro.

Los incidentes más comunes que pueden presentarse en el CRRR-EC y que comprometen al entorno son:

- Derrame de aceites y sustancias químicas
- Explosión e incendios por fuga de gases refrigerantes y manejo inadecuado de sustancias químicas.

10.1. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL DERRAME DE ACEITES LUBRICANTES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS

Análisis del Riesgo

Amenaza: este tipo de emergencias pueden presentarse debido a fugas o goteos que pueden generar contaminación del agua y el suelo quedando expuestos al aporte de este tipo de sustancias peligrosas. La fuente generadora de esta amenaza se concentra en el laboratorio de control de calidad de gases refrigerantes ya que es allí donde se almacenan la totalidad de sustancias químicas que son empleadas en las diferentes pruebas de calidad, de igual manera, la zona destinada para la maquina regeneradora

se considera susceptible a este tipo de eventualidades puesto que en esta zona se lleva a cabo la extracción del aceite usado del compresor, situación que puede generar goteos o derrames que afecten la correcta operación del centro.

Vulnerabilidad: los elementos expuestos ante este tipo de amenaza serían principalmente las personas encargadas del funcionamiento del centro como lo son técnicos y analista de laboratorio que en el caso de derrame de sustancias químicas se pueden ocasionar efectos nocivos para la salud por medio de inhalación, contacto con la piel o contacto con los ojos. Por otra parte el posible vertimiento de esas sustancias peligrosas ocasionaría alteraciones al recurso hídrico.

- **Medidas preventivas y reactivas ante posibles derrames de aceites y agroquímicos**

En primera instancia es conveniente tener en cuenta algunos aspectos importantes para el plan de contingencia, como los diferentes factores causantes de las situaciones de riesgo o emergencia en cuanto a derrames o fugas de sustancias peligrosas, los cuales, pueden producirse principalmente por: Inadecuado uso de los recipientes dando lugar a la liberación del producto peligroso, manipulación incorrecta de las sustancias, instalaciones de almacenamiento deficientes o personal incapacitado.

De acuerdo a lo anterior se toman en principio acciones preventivas que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia de una situación de emergencia y posteriormente se aplican acciones reactivas con el fin de controlar la situación y disminuir las consecuencias negativas.

Acciones Preventivas:

- Cumplimiento de las diferentes instrucciones con respecto al manejo de sustancias peligrosas y seguridad personal.
- Mantener siempre los envases adecuados y cerrados, no almacenar a la intemperie
- Establecer responsables y sus roles dentro del centro para una correcta y oportuna actuación frente a situaciones de emergencia.
- Mantener un inventario actualizado de todas las sustancias químicas.
- Mantener las hojas de información de seguridad de los materiales, sustancias o productos
- Realizar inspecciones frecuentemente a los laboratorios y áreas de almacenaje de las sustancias o productos químicos para verificar que no haya derrames.
- Identificar las sustancias más peligrosas y conocer su localización.

- Mantener materiales absorbentes y equipos para el control de derrames, así como equipo de protección personal.
- Conocer los procedimientos de control de derrames en su área de trabajo y utilizar el equipo de protección personal
- Capacitar y entrenar periódicamente al personal encargado de manipular sustancias y residuos peligrosos, así como programar simulacros con el objetivo de evaluar la efectividad del plan de emergencia y determinar la correcta coordinación y aplicación de los procedimientos por parte del personal y el rol que debe cumplir.

Acciones Reactivas:

- Alejarse de la zona afectada poniéndose a salvo.
- Identificar el sitio de donde proviene el derrame o fuga y suspender inmediatamente la fuente generadora del mismo.
- Identificar la sustancia peligrosa
- Informar lo ocurrido inmediatamente alertando la presencia de posibles personas afectadas.
- Aislar la zona
- Prestar primeros auxilios

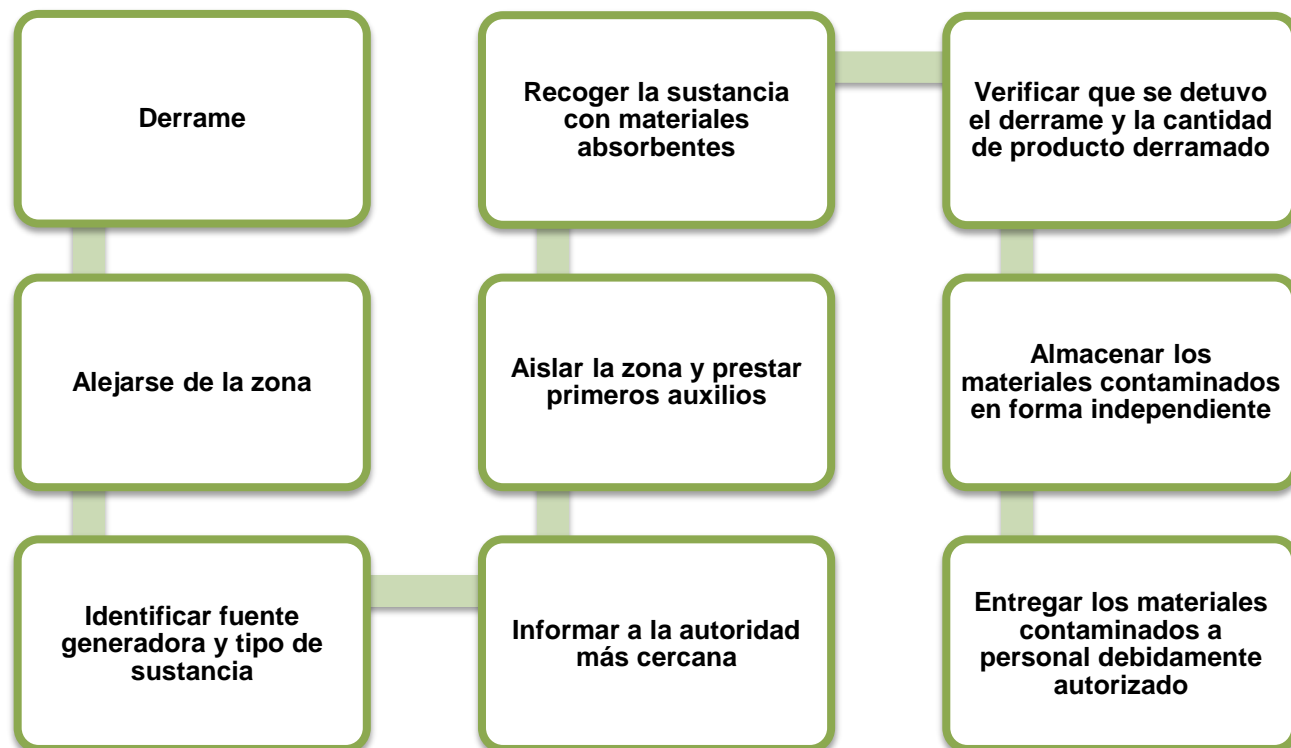
En caso de inhalación: si se inhala la sustancia, se debe mover la persona a un área donde se encuentre aire fresco. Si se le dificulta la respiración, se debe administrar oxígeno y posteriormente llamar a un médico.

En caso de contacto con la piel: se debe lavar el área afectada con abundante agua.

En caso de contacto con los ojos: se deben lavar los ojos inmediatamente con abundante agua. Si se presenta irritación se debe acudir al médico.

- Recoger, limpiar y secar el aceite o sustancia química con materiales absorbentes o adherentes.
- Almacenar los materiales contaminados con aceites o sustancias químicas en forma independiente, en los sitios que se destinen para ello, como el laboratorio donde se guardan regularmente las sustancias o residuos peligrosos.
- Entregar los materiales contaminados a personal debidamente autorizado por la autoridad ambiental para realizar la disposición final, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente

Figura 19. Plan operativo para la atención de emergencias por derrame de aceites y sustancias químicas



Fuente: elaboración propia, 2016.

COSTOS

Los costos asociados al manejo de situaciones de emergencia con respecto a derrames de aceites y sustancias químicas se describen a continuación:

KIT PARA DERRAMES

El kit para derrames es uno de los componentes que debe tener el Plan de Contingencias para la atención rápida y eficaz de esta emergencia.

El kit incluye material absorbente, elementos de protección personal y herramientas anti-chispa para actuar como primera respuesta ante el evento.



Costo total: \$ 75.000

Fuente: Segamcol S.A.S. *Protegemos tu futuro. Bogotá.*

10.2. PLAN DE CONTINGENCIA PARA EXPLOSIÓN E INCENDIOS

Análisis de riesgo

Amenaza: esta amenaza o incidente puede presentarse en el área del CRRR-EC debido a una fuga de gases refrigerantes por procesos inadecuados en algunos de los procesos de recuperación y regeneración, como también por manejo o almacenamiento incorrecto de sustancias químicas en las pruebas de laboratorio, o esta amenaza puede presentarse por un accidente externo.

Este tipo de amenaza debe llevarse a cabo con el mayor cuidado y todas sus precauciones, de lo contrario pueden llegar a propagarse hasta el punto de no poder ejercer control sobre ello.

Vulnerabilidad: afecta principalmente a los trabajadores del CRRR-EC y los de C.I. Metales la Unión, los cuales se encuentran en la misma área de este, además puede afectar de manera indirecta la población que se encuentra en la zona cercana, y también se presenta vulnerabilidad en las actividades económicas de cada una de estas empresas.

- **Plan de contingencia para la atención de emergencias por explosión e incendios por fuga de gases refrigerantes y manejo inadecuado de sustancias químicas.**

En caso de que ocurra una explosión o incendio el CRRR-EC tendrá una relación efectiva con los cuerpos de bomberos, defensa civil y cruz roja más cercanos, con el fin de tener asistencia inmediata en caso de alguna emergencia y evitar que se prolongue.

En el momento que se detecte una emergencia, cualquier trabajador o técnico está en disposición de dar la alarma y avisar a todos los integrantes que se encuentren dentro de la empresa y a los comités de emergencia para coordinar las acciones a seguir en la extinción del fuego o en la explosión.

Todas las personas que detecten fuego intentarán extinguirlo, o contener las llamas para que no se expandan, con los medios disponibles, en este caso los extintores; para el caso contrario que ocurra una explosión las personas deben evacuar inmediatamente o refugiasen y dirigir la circulación del aire para evacuar los humos y gases sin afectar a ninguna persona. Esto deberá hacerse bajo las indicaciones de las brigadas mientras el comité de emergencia llega al CRRR-EC.

Para atender estas emergencias el CRRR-EC estará dotado de extintores de la siguiente forma:

- **Suministro de extintores:** en el área del centro serán suministrados dos extintores de tipo ABC químico seco de 10 libras, los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera: 1 extintor en el área de almacenamiento de reactivos y pruebas de calidad y 1 extintor en el área de almacenamiento de gas recuperado.

Esta implementación estará vigilada por bomberos que serán los encargados mantenimiento y revisión interna cada año.

El personal del CRRR-EC y de C.I. Metales la Unión recibirán ejercicios o simulacros periódicos para comprobar la preparación del personal ante contingencias determinadas que son susceptibles de producirse en las instalaciones.

Este tipo de actividad debe formar parte de la gestión de la empresa y de los Comités de Seguridad, como modo de velar por la seguridad de los trabajadores y las instalaciones.

Se realizarán, como mínimo, una vez al año, dependiendo del tipo de productos que se manipulen y del riesgo más o menos elevado que presente la actividad laboral.

Normas de evacuación

- Al iniciarse una emergencia de incendio, las personas deberán activar sistemas de alarma.
- Interrumpa inmediatamente el trabajo que está ejecutando.
- Si puede desconecte los aparatos eléctricos a su cargo.
- Mantenga la calma, piense que hay un equipo evaluando la situación.
- No actúe por iniciativa propia.
- Conozca las vías de evacuación, en caso de emergencia las personas deben salir hacia estas salidas y seguir las instrucciones de señalización, si se encuentra con alguna visita, que no se separe de usted y acompañelo hasta el exterior.
- Conozca la ubicación de los equipos de incendios.
- Las personas se deberán abstener de involucrarse en la emergencia y disponerse a evacuar el área de inmediato, siguiendo las instrucciones del personal de la brigada o responsable del manejo de la emergencia.
- Los trabajadores podrán ayudar a evacuar a las demás personas siempre y cuando se les solicite su ayuda por parte de algún integrante de la brigada.

- No vuelva ni permita el regreso al centro de trabajo de ninguna persona.

Prevención activa:

- ***Señalización de seguridad:***
 - Clara señalización de las zonas de manejo y almacenamiento de sustancias químicas y cilindros que contengan gases refrigerantes.
 - Clara señalización sobre la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas mezcladas y cilindros que contengan gases refrigerantes mezclados (contaminados).
 - Instrucciones visibles sobre la manipulación, en condiciones seguras de sustancias químicas y cilindros de gases refrigerantes.
- ***Almacenamiento y disposición final:***
 - No acumular en el CRRR-EC las sustancias químicas mezcladas ni los cilindros contaminados.
 - Conservar las sustancias y gases refrigerantes en sus respectivos envases y cilindros.
 - Disponer de manera adecuada los cilindros de gases refrigerantes mezclados

A continuación se efectúa la clasificación de los químicos y gases refrigerantes utilizados en el proceso, mediante el sistema mundialmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos.

Tabla 9. Clasificación de químicos usados en los procesos de pruebas de calidad

Químico	Identificación de los peligros	Pictograma
Dióxido de azufre	Toxicidad aguda por inhalación Categoría 4. Corrosión cutánea Categoría 1B	
Piridina	Toxicidad aguda (inhalación, oral, cutánea) categoría 2 Corrosión cutánea categoría 1A	
Nitrato de plata	Sólido comburente Corrosión cutánea Categoría 3.	
Ácido nítrico	Corrosión cutánea Categoría 1A. Líquido comburente Categoría 3. Toxicidad aguda por inhalación Categoría 3 Toxicidad aguda por vía oral Categoría 2.	
Azul de bromotimol	Líquido Categoría 1. Líquidos y vapores Extremadamente inflamables.	
Isopropanol	Fácilmente inflamable, Irrita los ojos. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo	
Tolueno	Líquido y vapores muy inflamables. Provoca irritación cutánea. Puede provocar daños en los órganos	
Hidróxido de potasio	Corrosión cutánea Categoría 1A	
Ácido sulfúrico	Corrosión cutánea Categoría 1A	

Fuente: Centro de Producción más Limpia, guía de procesos de CRRR-EC.

Cuadro 10. Clasificación de gas refrigerante R 22 y R 134a

Refrigerante R22		
CLORODIFLUOROMETANO		
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos o gases tóxicos e irritables	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores
EXPLOSIÓN	Riesgo de incendio y explosión (ver peligros químicos)	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua
INHALACIÓN	Confusión mental, somnolencia, pérdida del conocimiento	Aire limpio, reposo, respiración artificial, si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
PIEL	En contacto con líquido: congelación	En caso de congelación: aclarar con agua abundante, no quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.
OJOS	Enrojecimiento, dolor	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar los lentes de contacto dado el caso y si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
DATOS	<p><i>ESTADO FÍSICO:</i> ASPECTO Gas incoloro, inodoro</p> <p><i>PELIGROS FÍSICOS</i> El gas es más denso que el aire y puede acumularse en los lugares excavados produciendo una deficiencia de oxígeno.</p> <p><i>PELIGROS QUÍMICOS</i> La sustancia se descompone al calentarla intensamente produciendo cloruro de hidrógeno y fluoruro de hidrógeno. Reacciona con oxidantes fuertes.</p>	

Refrigerante R22	
IMPORTANTES	<p><i>VÍAS DE EXPOSICIÓN</i> La sustancia se puede absorber por inhalación y a través de la piel.</p> <p><i>RIESGO DE INHALACIÓN</i> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste aire.</p> <p><i>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</i> La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La exposición puede producir pérdida de conocimiento.</p>
DATOS AMBIENTALES	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debe prestarse atención especial al agua y al aire.
NOTA	
Los datos disponibles sobre los efectos de esta sustancia en la salud humana son insuficientes, por consiguiente debe procederse con sumo cuidado. Altas concentraciones en el aire producen una deficiencia de oxígeno con riesgo de pérdida de conocimiento o muerte.	

Fuente: *Centro de Producción más Limpia, guía de procesos de CRRR-EC.*

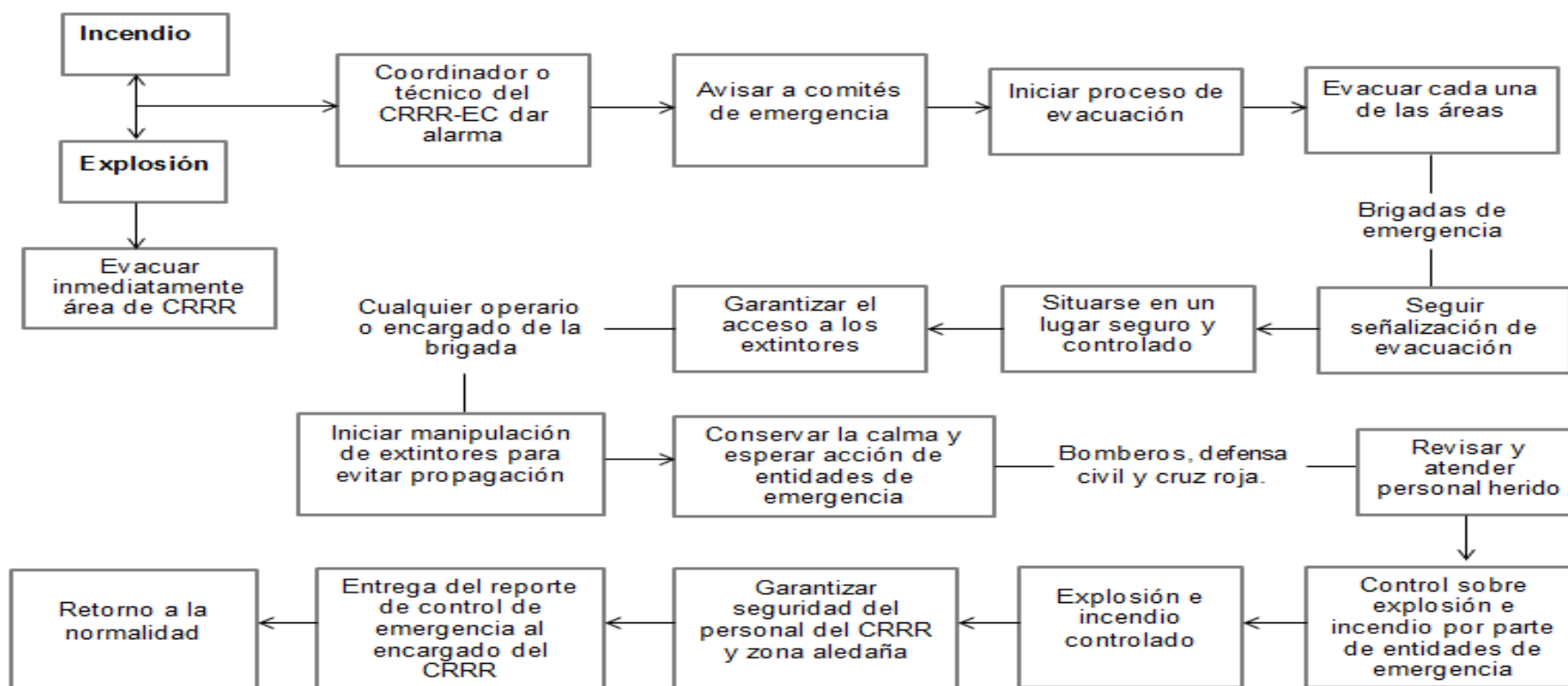
Cuadro 11. Clasificación de gas refrigerante R 134a

R134a		
TETRAFLUOROETANO		
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICIÓN	PELIGROS/ SÍNTOMAS AGUDOS	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos o gases tóxicos e irritables	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN	No inflamable. El calentamiento de los recipientes provoca aumento de presión con riesgo de estallido y liberación inmediata de una nube de vapor expandido que crea una onda de presión	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua
INHALACIÓN	Vértigo, Somnolencia. Embobamiento	Aire limpio, reposo proporcionar asistencia médica.
PIEL	En contacto con líquido: congelación	En caso de congelación: aclarar con agua abundante, no quitar la ropa y proporcionar asistencia médica.

R134a	
TETRAFLUOROETANO	
DATOS IMPORTANTES	<p><i>ESTADO FÍSICO: ASPECTO</i> Gas licuado comprimido, de olor característico</p> <p><i>PELIGROS QUÍMICOS</i> En contacto con superficies calientes o con llamas, esta sustancia se descompone formando humos tóxicos y corrosivos.</p> <p><i>VÍAS DE EXPOSICIÓN</i> La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p><i>RIESGO DE INHALACIÓN</i> Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.</p> <p><i>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN</i> La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia puede producir congelación. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central y el sistema cardiovascular, dando lugar a alteraciones cardíacas.</p>
DATOS AMBIENTALES	Evítese su liberación al medio ambiente, salvo cuando su uso lo requiera.
NOTA	
No utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.	

Fuente: Centro de Producción más Limpia, guía de procesos de CRRR-EC.

Figura 20. Plan operativo para la atención de emergencias por explosión e incendios por fuga de gases refrigerantes y manejo inadecuado de sustancias químicas.



Fuente: elaboración propia, 2016.

10.3. PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

Área de primeros auxilios:

- Buscar y acondicionar un lugar con señales, rótulos, y camillas improvisadas de tal forma que se puedan ubicar las víctimas resultantes del evento. Si hay personal capacitado en primeros auxilios, que este se haga cargo de instruir a los otros integrantes de la brigada sobre lo que se debe hacer, de acuerdo con el conocimiento que se tenga en emergencias médicas.
- Diseñar y elaborar un distintivo de color naranjado, que identifique a los integrantes de la brigada de primeros auxilios. Dentro de estos distintivos debe hacerse uno que identifique al coordinador del grupo.
- Identificar las rutas por donde se movilizarán los pacientes del área de peligro, hasta el área de seguridad destinada para la atención de los pacientes.
- Preparar el o los botiquines de primeros auxilios que se utilizarán en el área destinada a la atención de pacientes.

Seguridad y Vigilancia

- Hacer una revisión de las rutas de salida de acuerdo a la distribución asignada previa y simultáneamente al desarrollo de la evacuación, para eliminar los posibles obstáculos.
- Hacer una revisión de las rutas de salida de acuerdo a la distribución asignada previa y simultáneamente al desarrollo de la evacuación, para eliminar los posibles obstáculos.
- Hacer una revisión minuciosa de las áreas para detectar lugares donde pueda haber algún principio de incendio y dar aviso inmediato a la brigada de extinción de incendios.
- Montar puestos de seguridad y vigilancia, para asegurar la escena en los sitios que han sido desalojados, lugares donde se haya detectado la presencia de fuego, área de atención de víctimas y portones de salida del edificio hacia el exterior.
- Controlar el tránsito de personal no autorizado por aquellos espacios de potencial peligro y donde el acceso se haya restringido. Para eso se instalará un puesto de seguridad, con instrucciones precisas.

Evacuación

- Dirigir todo el proceso de movilización o desalojo de las instalaciones hacia los lugares seguros previamente seleccionados.
- Hacer una revisión de todas las áreas donde había personas al momento de ejecutarse el desalojo, para detectar si hay heridos, muertos u otro tipo de víctima y de esta forma dar el informe respectivo a la brigada de primeros auxilios, para su respectiva atención.
- Mantener el orden y control del proceso de desalojo, evitando así accidentes durante el desarrollo de la evacuación.
- Procurar el orden en las zonas de seguridad ocupadas, hasta que dicten una orden contraria. - Pasar lista entre los evacuados para garantizar que nadie falte.

Sistema de comunicación

Contar con una línea telefónica dentro del centro, que permita dar aviso de la emergencia que se presente con el fin de responder rápidamente ante el evento.

Simulacros

Los simulacros son una preparación para la contingencia que puede disminuir la vulnerabilidad en la zona, para la realización de este se deben contemplar diferentes etapas como planificación, preparación de los participantes, diseño del escenario, fuentes de víctimas, implicaciones ambientales, coordinación, control y terminación que deben responder a las acciones pertinentes que debe tomar todo el talento humano requerido para que el proyecto se lleve a buen término.

Brigadas

Las brigadas son los grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlos de manera preventiva o ante la eventualidad de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Las brigadas se integran con personal voluntario, en este caso personal que labora en C.I. Metales la Unión y CRRR-EC, los cuales se capacita en una o varias funciones del Programa interno de Plan de Contingencia.

Puntos de encuentro: las personas del CRRR-EC y de la empresa C.I. Metales la Unión deberán encontrarse en un lugar seguro de tal forma que no se presente personal herido ni dentro de la zona de emergencia.

Emergencia: El personal que se encuentre en el área de la emergencia debe conocer la señalización y el plan de evacuación, también si se observa una situación anómala en donde desarrolla sus tareas, deberá dar aviso en forma urgente de la siguiente manera:

- 1) Avisar al coordinador o técnico encargado en el CRRR-EC
- 2) Utilizar el teléfono de emergencia.

Se aconseja al personal que guarde los valores y documentos, así como también desconectar los artefactos eléctricos a su cargo, cerrando puertas y ventanas a su paso. Seguidamente, siguiendo indicaciones del Encargado del establecimiento, procederá a abandonar el lugar respetando las normas establecidas.

Señalización: Las señales de seguridad son fundamentales para ayudar a reconocer obstáculos e indican por ende la ruta a seguir para una correcta evacuación, evitando accidentes personales y reduciendo el pánico.

11. PRESUPUESTO TOTAL DE MEDIDAS AMBIENTALES Y PLAN DE CONTINGENCIA

Según los resultados de los impactos ambientales positivos (+) altos: aumento en la calidad del medio ambiente (ecosistemas y salud humana) y negativos (-) severos: contaminación del agua se tendrán en cuenta medidas de prevención, mitigación y seguimiento, buscando mejorar las condiciones medioambientales y evitar posibles efectos de amenaza en el CRRR-EC.

A continuación se evidencia el presupuesto total de las medidas y el plan de contingencia que deberán ser implementadas por el centro

Tabla 10. *Presupuesto total de las medidas de manejo ambiental y plan de contingencia*

MEDIDA	COSTO (\$)
Manejo y disposición adecuada del aceite en combustibles Juanchito S.A.S.	0
Establecer área de almacenamiento con su respectivo instructivo	1.292.000
Monitoreo y seguimiento de cada una de las actividades en el CRRR-EC	850.000
Garantizar la continuidad del manejo de buenas prácticas en los procesos del CRRR-EC	0
TOTAL	2.142.000
PLAN DE CONTINGENCIA	COSTO (\$)
Suministro de extintor para área de almacenamiento de gas recuperado.	47.000
Kit control de derrames químicos	El costo está incluido en la medida de establecimiento de área de almacenamiento.
TOTAL DE PRESUPUESTO	2.189.000

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE GASES REFRIGERANTES																		
ETAPA	OBJETIVO	ACTIVIDAD	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1)Exploratoria	Caracterizar las actividades del centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes al igual que el área de influencia directa e indirecta.	Observación																
		Recopilación de información secundaria																
		Determinar problemas ambientales presentes en el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes																
2)Descriptiva	Analizar los impactos ambientales asociados al manejo actual de los gases refrigerantes HFC R-134a y HCFC R-22	Entrevista informal encargado del CRRR-EC																
		Identificación de aspectos ambientales																
		Identificación de impactos ambientales																
		Clasificación y ponderación de impactos																
		Priorización en la valoración de los impactos ambientales																
3)Analítica	Proponer un plan de manejo ambiental para el centro de recuperación y regeneración de gases refrigerantes	Fichas técnicas de acciones de manejo ambiental																
		Fichas de seguimiento y monitoreo																
		Plan de contingencia																

Fuente: *elaboración propia*, 2016.

EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PROPUESTAS EN EL CRRR-EC		MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
ACTIVIDAD	MEDIDAS DE MANEJO	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Fichas técnicas de acciones de manejo ambiental y Fichas de seguimiento y monitoreo	Manejo y disposición adecuada del aceite en combustibles Juanchito S.A.S.																																
	Establecer área de almacenamiento con su respectivo instructivo																																
	Monitoreo y seguimiento de cada una de las actividades en el CRRR-EC																																
	Garantizar la continuidad del manejo de buenas prácticas en los procesos del CRRR-EC																																

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

13. CONCLUSIONES

- Desde el momento de la implementación y operación del CRRR-EC se han minimizado los impactos negativos como la liberación a la atmosfera de gases refrigerantes R 22 y R134a aumentando cada vez más los impactos positivos como la calidad del medio ambiente, la disminución de venta y compra de gas refrigerante virgen y por ende la reducción de emisiones de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera.
- Los procesos llevados a cabo en el CRRR-EC tal como la recuperación, regeneración y pruebas de calidad se realizan de acuerdo a las buenas prácticas de manejo ambiental en refrigeración y cumpliendo con los estándares y especificaciones de la norma AHRI estándar 700, evitando que los gases refrigerantes sean liberados a la atmosfera.
- Durante el año 2015 el CRRR-EC evito la liberación de 1.132 kg de R22 Y 1.157 kg R 134a, lo que equivale a un total de 3.703,43 toneladas de CO₂ eq. gracias a sus procesos ejecutados, que de igual manera seguirán cumpliendo con esta labor de prevenir y minimizar la liberación de estos a la atmosfera.
- El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) permitió identificar, analizar y calificar los aspectos e impactos ambientales positivos y negativos en cada una de las actividades y procesos que se ejecutan en el centro, de esta manera siendo en su mayoría impactos ambientales positivos y en menor proporción impactos negativos.
- Dentro del EIA se propuso un Plan de Manejo Ambiental para los impactos ambientales identificados, para lo cual se implementaron medidas de manejo ambiental de prevención, mitigación y seguimiento, así logrando más beneficios ambientales, sociales y económicos y fortaleciendo las capacidades necesarias para avanzar hacia el desarrollo sostenible.
- En el estudio de Impacto Ambiental también se tuvo en cuenta el Plan de Contingencia orientado a identificar y definir las acciones a seguir de los posibles eventos que pueden presentarse durante la operación, bien sea por las actividades realizadas del Centro o por situaciones externas, garantizando el normal y buen funcionamiento del CRRR-EC.

14. RECOMENDACIONES

- El Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes del Eje Cafetero debe garantizar la continua y frecuente operación de sus actividades y procesos con el fin de responder y cubrir la demanda de gases refrigerantes R134a y R22, asegurando de esta manera una disminución significativa en la liberación de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera.
- Es necesario establecer acciones encaminadas a la formalización u organización de las labores de recuperación de los gases refrigerantes, por medio de la dotación de equipos y herramientas que sean adecuadas y suficientes para realizar el proceso, evitando que se presenten procedimientos incorrectos debido a la ausencia de mecanismos eficaces que permitan la correcta recuperación de los refrigerantes.
- La certificación y capacitación a técnicos en refrigeración ha permitido la aplicación de las buenas prácticas en el manejo de refrigerantes en los sistemas de refrigeración y/o aire acondicionado según la normatividad ambiental, esto se considera como una ventaja que debe seguir avanzando con el fin de fortalecer la capacidad técnica y evitar los procedimientos erróneos, garantizando beneficios ambientales, sociales y económicos.
- Para cumplir con los objetivos de este trabajo investigativo y maximizar los beneficios del CRRR-EC, es importante llevar a una etapa de ejecución e implementación cada una de las actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental asegurando la prevención, mitigación, seguimiento y monitoreo de los principales impactos ambientales identificados.
- El Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes del Eje Cafetero debe llevar a cabo procesos de seguridad y vigilancia principalmente en las áreas expuestas a posibles eventos o situaciones de emergencia, verificando que las sustancias peligrosas se manejen de acuerdo con la normatividad, teniendo como finalidad evitar consecuencias negativas en las instalaciones del centro.
- Las labores realizadas por los técnicos en refrigeración deben estar articuladas con el resto de labores del centro, para generar campañas de difusión entre los operarios encargados de mantenimiento y manejo de gases refrigerantes, permitiendo de esta manera la correcta ejecución de los procesos y actividades.

15. BIBLIOGRAFÍA

ACUAVAL DE COLOMBIA S.A. Bogotá D.C. Colombia. Disponible en: <http://www.acuaval.com/>

AHRI. Guideline for Assignment of Refrigerant Container Colors. Arlington: USA, AHRI, 2012.

ALMACENAMIENTO SEGURO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS. Programa de almacenamiento seguro de sustancias químicas. Recinto Universitario de Mayagüez. Puerto Rico. 8 p. Disponible en: http://biology.uprm.edu/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf

ARBOLEDA, Jorge Alonso. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín. Colombia. 2008. 18-30 p. Disponible en: http://evaluaciondelimpactoambiental.bligoo.com.co/media/users/20/1033390/files/255491/1_Manual_EIA.pdf

CENTRO REGIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PML. Procesos Centro de Regeneración de Gases Refrigerantes. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Pereira. Colombia. 2013. 70 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA CARDER. Informe anual del sistema de vigilancia de calidad del aire SVCA en el área metropolitana centro occidente. Pereira. 2012. 38-39 p.

CLUB DE LA REFRIGERACIÓN. Canal importante de comunicación e interacción entre todos los que hacen parte del mercado de refrigeración. Brasil. Disponible en: <http://www.clubedarefrigeracao.com.br/es/downloads/evaporador-donde-el-fluido-refrigerante-pasa-al-estado-gaseoso>

ESPINOZA, Guillermo. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. “Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe”. Centro de Estudios para el Desarrollo – CED. Santiago. Chile. 2001. 147-208 p. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. Determinación de agua en refrigerantes nuevos y regenerados por titulación coulometrica de Karl-Fischer. Colombia. 2-3 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. Determinación de acidez en refrigerantes nuevos y regenerados por método de titulación. Colombia. 2 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. Determinación de residuos de alto punto de ebullición en refrigerantes nuevos y regenerados por medición volumétrica y/o gravimétrica y determinación de residuos de partículas por indicación visual. Colombia. 2 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. Determinación de pureza de refrigerantes R-22, R134a nuevos y regenerados por cromatografía de gases de columna capilar y empacada. Colombia. 2-3 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD. Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración. Bogotá. Colombia. 2014. 124 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD. Boletín OZONO No. 37. Evaluación de los resultados de los proyectos implementados en la Etapa I del plan de eliminación del consumo de los HCFC en Colombia. Bogotá. Colombia. Febrero de 2015. 16 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MINAMBIENTE. UNIDAD TÉCNICA DE OZONO UTO. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD. Boletín OZONO No. 38. Recomendaciones para usuarios finales de refrigerantes halogenados (CFC, HCFC y HFC). Bogotá. Colombia. Junio del 2015. 16 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1220 “por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Artículo 1. Abril 21 de 2005. Colombia. 1 p. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Decreto_1220+de+2005.pdf/9127b232-8215-46aa-8793-c0d3ec21b076

MONTES PONCE DE LEÓN, Julio. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenido. Estado del medio ambiente en los países desarrollados y en los países en vía de desarrollo. 1 a ed. España. Universidad Pontificia Comillas. Selecta Technologica. 2001. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=wbig4qCRQZAC&printsec=frontcover&dq=medio+ambiente+y+desarrollo+sostenido&hl=es&sa=X&ved=0CCUQ6AEwAGoVChMltsfVp8qPxqIVyJ->

[ACh1aEABV#v=onepage&q=medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenido&f=alse](#)

PLAN NACIONAL DE ELIMINACIÓN DE SAO. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. UNIDAD TÉCNICA OZONO. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Montaje y Operación de un Centro de Regeneración de Refrigerantes en la Universidad Tecnológica de Pereira y puesta en marcha del servicio de Regeneración de Refrigerantes para la región del Eje Cafetero. Bogotá, Colombia. 2011. 39 p.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS. Resumen ejecutivo – diagnósticos sectoriales. Caracterización y modelación de la quebrada Dosquebradas. UTP Pereira. 2014. 27-28 p.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). Manual del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. Secretaría del Ozono. Colombia. 7 ed. 2006. 518 p. Disponible en: <http://ozone.unep.org/spanish/Publications/MP-Handbook-07-es.pdf>

STAVRO, Xiomara Ibeth. Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Ingeniera Química. Candidata a Especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad de Antioquia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 2007. 15 p. Disponible en: http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1_p091-105_protocolo_montreal.pdf

SEGAMCOL S.A.S. Seguridad Ambiental de Colombia. Bogotá. Colombia. Disponible en: <http://segamcol.com/>

UNIDAD TÉCNICA DE OZONO. Actualización Programa País y Plan Nacional de Eliminación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Bogotá D.C. 2004. 136 p.

UNIPRODUCTOS. Ingeniería contra incendios. Soacha. Colombia. Disponible en: <http://www.uniproductos.com/>

VALENCIA, Ferney. CORTÁZAR, Diana. LÓPEZ Ana María. Composición de la Economía de la Región Eje Cafetero de Colombia. Ensayos sobre Economía Regional. Banco de la República. Colombia. 2013. 55 p. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/eser_54_eje_cafetero_2013.pdf

VIA INDUSTRIAL. Instrumentación, ferretería y suplementos industriales. Bogotá. Colombia. Disponible en: <http://www.viaindustrial.com/catalogo-instrumentacion-ferreteria-suplementos-industriales>

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista Informal

ENTREVISTA

LUGAR: Centro de Producción más Limpia, Universidad Tecnológica de Pereira.

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Andrés Prieto Muriel

HORA: 5 p.m. – 6:30 p.m.

MODALIDAD DE ENTREVISTA: Entrevista Informal

POR: Daniela Torres Salazar, Michelle Quintero Taborda

JUSTIFICACIÓN:

Con el fin de identificar los aspectos e impactos ambientales se realizó una entrevista informal al encargado del Centro de Regeneración de gases refrigerantes, donde se llevó a cabo un análisis de los datos obtenidos, teniendo como resultado la matriz de aspectos ambientales y por ende su priorización

De acuerdo con esto es pertinente conocer la opinión del señor Andrés Prieto Muriel, coordinador del Centro de Recuperación y Regeneración de gases Refrigerantes, Ingeniero Químico y Maestro en Ciencias de Productos Forestales, el señor Andrés Prieto actualmente es el encargado de todas las actividades que se realizan en el CRRR-EC, motivo por el cual la información que el suministra es primordial para identificar y analizar los aspectos e impactos ambientales.

OBJETIVO GENERAL

La presente entrevista tiene como finalidad obtener información primaria a cerca de los procesos que se llevan a cabo en el Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes para posteriormente ser analizados, de esta manera el señor Andrés respondió a las siguientes preguntas.

FOCOS

- Identificación de aspectos ambientales y su respectiva priorización
- Identificación de impactos ambientales y su respectiva priorización

PREGUNTAS

- ¿Cuántos días a la semana opera el Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes?
- ¿Qué tipo de cilindros se utilizan en el proceso de recuperación y regeneración de los refrigerantes?
- ¿Cuántos cilindros entran mensualmente al proceso de regeneración?
- ¿Qué disposición le dan a los cilindros no reutilizables, no retornables o desechables?
- ¿Qué tipo de gases refrigerantes se manejan en el Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes?
- ¿Cuántos equipos operan en el Centro de Recuperación y Regeneración de gases refrigerantes?
- ¿Se han presentado mezclas de gases en las pruebas de laboratorio? ¿Cuál es su disposición final?
- ¿Qué manejo tiene el aceite usado extraído del compresor?
- ¿Qué manejo o tratamiento tienen los residuos generados en las pruebas de laboratorio?

Anexo 2. Matriz de acciones Susceptibles a producir Impactos (ASPI)

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
Establecimiento	Adecuación del centro	Instalación del Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes	Equipos: Regeneradora, recuperadora, Cromatógrafo, identificadora de refrigerantes, equipo de medición contenido de humedad, balanza analítica, bomba de transferencia, báscula, válvulas, filtros, bomba de vacío, vacuómetro.	Instalación de equipos necesarios para la recuperación, regeneración y pruebas de calidad de los gases	Funcionamiento de equipos	Disposición de equipos para la regeneración y recuperación de gases refrigerantes
			Insumos de oficina	Actividades propias de oficina como registros e inventarios	Papelería de oficina	Generación de residuos sólidos (papeles usados)
			Energía	Funcionamiento de equipos e iluminación	CO ₂	Consumo de energía
Operación	Recuperación	Extracción del refrigerante contaminado	Cilindros de 25 a 30 lb y 10lb, gases HCFC 22 y HFC 134a	Se remueve el gas refrigerante en cualquier condición, se almacena en un cilindro desechable, sin analizarlo ni procesarlo. Este proceso está a cargo de C.I. Metales la Unión.	Gases refrigerantes sin procesar	Disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a
	Recolección	Recolección de los cilindros para ser transportados al CRRR-EC		Los cilindros son recolectados por técnicos certificados en mantenimiento e instalación de equipos de refrigeración, para ser llevados al CRRR-EC		Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas
	Transporte	Movilización de los cilindros con gas al CRRR-EC		Se transportan los cilindros con los gases refrigerantes hasta el centro de regeneración, el cual	CO ₂	Generación de CO ₂ a la atmósfera

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
				está a cargo de C.I. Metales la Unión S.A.S, con supervisión de los técnicos.	Gases refrigerantes sin procesar	
	Identificación del refrigerante contenido en cilindros	Inspección del cumplimiento con las especificaciones	Cilindros de 25 a 30 lb y 10lb, identificadora de refrigerantes y etiquetas	El gas refrigerante es recibido en las instalaciones del centro, para posteriormente ser inspeccionado y determinar si cumple con las especificaciones en cuanto a que su envase no corresponda a otro refrigerante.	Gases R22 y R134a	Clasificación y etiquetado de gases refrigerantes en sus respectivos cilindros
					Cilindros con gases refrigerantes mezclados	
	Regeneración	Ingreso de los gases refrigerantes en estado líquido y gaseoso a la regeneradora	Equipo de Regeneración , gases refrigerantes o R22 y R134a	Consiste en reprocesar el refrigerante contaminado para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante virgen establecidas por la norma de calidad ARI-700.	Gases refrigerantes purificados	Generación de gases purificados según la norma de calidad ARI-700
					Agua, aceite, polvo, envases desechables	Generación de partículas sólidas (polvo) y metálicas (limaduras), aceite, vapor de agua y gases no condensables
			Energía	Funcionamiento de equipo	CO ₂	Consumo de energía
	Pruebas de laboratorio	Análisis de los gases refrigerantes regenerados para determinar su calidad	Cromatógrafo de gases, Analizador contenido de humedad Karl Fisher , Sistema de muestreo para determinación de gases no condensables, Balanza analítica	Procedimiento para determinar contenido de agua, procedimiento para determinar cloro, procedimiento para determinar acidez, pruebas de sólidos y partículas, cromatografía.	Mezcla de sustancias químicas	Generación de Dióxido de azufre (SO ₂), (I ₂), metanol (H ₃ OH), piridina (C ₅ H ₅ N). Nitrato de plata AgNO ₃ , ácido nítrico. Azul de bromotimol, isopropanol, tolueno, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
						Liberación de gas refrigerante a la atmósfera en las pruebas de contenido de agua, cloro, acidez, sólidos y partículas, condensables e impurezas
			Energía	Funcionamiento de equipo	CO ₂	Consumo de energía
			Equipo de Seguridad	Uso de elementos de protección personal	Seguridad personal	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas
			Químicos y sustancias necesarias para la realización de las pruebas	Análisis de gases regenerados	Mezcla de sustancias químicas	Mezcla de químicos usados en cada una de las pruebas de laboratorio
	Entrega del refrigerante regenerado	Verificación y entrega del gas regenerados a los técnicos certificados	Gases refrigerantes R 22 y R134a regenerados	Verificar si los gases refrigerantes (R22, R134a) cumplen o no de acuerdo a la norma AHRI 700; si estos cumplen se entregan a los técnicos certificados en buenas prácticas, siendo ellos los encargados de la comercialización del gas regenerado.	Gases refrigerantes regenerados de calidad	Generación de gases purificados cumpliendo con los estándares de calidad
			Equipo de Seguridad	Uso de elementos de protección personal	Seguridad personal	Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas

Etapas	Componente	Acciones o actividades (ASPI)	Entradas	Procesos	Salidas	Aspectos Ambientales
	Mantenimiento	Ejecutar las labores de mantenimiento; garantizando con ello el buen funcionamiento de los equipos	Equipos: Regeneradora, recuperadora, Cromatógrafo, identificadora de refrigerantes, equipo de medición contenido de humedad, balanza analítica, bomba de transferencia, báscula, válvulas, filtros, bomba de vacío, vacuómetro.	Generar el cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos. Efectuar el mantenimiento de acuerdo a los criterios establecidos por el fabricante. Realizar las pruebas a los equipos después del mantenimiento.	Equipos en buen estado	Adecuado funcionamiento de los equipos
					Agua, aceite, polvo.	Generación de aceite debido a cambio en el compresor para su lubricación

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

Anexo 3. Matriz de impactos ambientales

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
1. Establecimiento	1.1. Adecuación del centro	1.1.1. Instalación del Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes	1.1.1.1. Disposición de equipos para la regeneración y recuperación de gases refrigerantes	1.1.1.1.1. Inclusión de equipos para proceso de regeneración	Ambiental	1	1	2	3	1	1	2	3	13	Mediano
			1.1.1.1. Disposición de equipos para la regeneración y recuperación de gases refrigerantes	1.1.1.1.2. Aumento en la calidad del aire	Ambiental	1	1	2	3	1	3	1	3	14	Mediano
			1.1.1.2. Generación de residuos sólidos (papeles usados)	1.1.1.2.1. Contaminación del suelo	Ambiental	-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	Compatible
			1.1.1.3. Consumo de energía	1.1.1.3.1. Liberación de CO ₂	Ambiental	-1	1	1	1	1	1	1	1	-7	Compatible
2. Operación	2.1. Recuperación	2.1.1. Extracción del refrigerante contaminado	2.1.1.1. Disminución de emisiones a la atmósfera de gases CFC 22 y HFC 134a	2.1.1.1.1. Aumento en la calidad del aire	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	3	16	Alto
				2.1.1.1.2. Mejoramiento en calidad de vida de las personas (salud humana)	Social	1	1	3	2	2	3	1	2	14	Mediano
				2.1.1.1.3. Incremento en la calidad de los ecosistemas	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	2	15	Alto

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
				2.1.1.1.4. Reducción en las ventas de refrigerante virgen	Económico	1	1	2	2	2	2	2	1	12	Mediano
				2.1.1.1.5. Reducción del costo del refrigerante por el consumo de gas recuperado	Económico	1	1	2	2	2	2	2	2	13	Mediano
	2.2. Recolección	2.2.1. Recolección de los cilindros para ser transportados al CRRR-EC	2.2.1.1. Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	2.2.1.1.1. Incremento en la seguridad y salud humana	Social	1	1	2	3	1	2	2	2	13	Mediano
				2.2.1.1.2. Aumento en la calidad del medio ambiente	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	3	16	Alto
	2.3. Transporte	2.3.1. Movilización de los cilindros con gas al CRRR-EC	2.3.1.1. Generación de CO ₂ a la atmósfera	2.3.1.1.1. Contaminación del aire	Ambiental	-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	Moderado
	2.4. Identificación del refrigerante contenido en cilindros	2.4.1. Inspección del cumplimiento con las especificaciones	2.4.1.1. Clasificación y etiquetado de gases refrigerantes en sus respectivos cilindros	2.4.1.1.1. Reducción del riesgo laboral y ambiental	Social y Ambiental	1	1	3	3	1	2	2	2	14	Mediano
				2.4.1.1.2. Ampliación de la seguridad personal en el manejo de sustancias	Social	1	1	2	2	1	2	2	2	12	Mediano

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
	2.5. Regeneración	2.5.1. Ingreso de los gases refrigerantes en estado líquido y gaseoso a la regeneradora	2.5.1.1. Generación de gases purificados según la norma de calidad ARI-700	2.5.1.1.1. Incremento en la calidad del aire	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	3	16	Alto
				2.5.1.1.2. Mejoramiento en la salud humana	Social	1	1	2	3	2	3	2	3	16	Alto
				2.5.1.1.3. Reducción de emisiones de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera	Ambiental	1	1	3	3	3	3	2	3	18	Alto
				2.5.1.1.4. Aumento en la calidad de los ecosistemas	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	2	15	Alto
				2.5.1.1.5. Disminución de los refrigerantes halogenados en la atmósfera	Ambiental	1	1	3	3	2	3	2	3	17	Alto
				2.5.1.1.6. Reducción en la ventas de refrigerante virgen	Económico	1	1	2	2	2	2	2	1	12	Mediano
				2.5.1.1.7. Reducción del costo del refrigerante por el consumo de gas recuperado	Económico	1	1	2	2	2	2	2	2	13	Mediano

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
			2.5.1.2. Generación de partículas sólidas (polvo) y metálicas (limaduras), aceite, vapor de agua y gases no condensables	2.5.1.2.1. Contaminación del aire	Ambiental	-1	2	2	2	2	2	1	2	-13	Moderado
				2.5.1.2.2. Contaminación del suelo	Ambiental	-1	2	1	2	1	2	1	1	-10	Moderado
			2.5.1.3. Consumo de energía	2.5.1.3.1. Liberación de CO ₂	Ambiental	-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	Compatible
	2.6. Pruebas de laboratorio	2.6.1. Análisis de los gases refrigerantes regenerados para determinar su calidad	2.6.1.1. Generación y mezcla de químicos usados en cada una de las pruebas de laboratorio como: Dióxido de azufre (SO ₂), (I ₂), metanol (H ₃ OH), piridina (C ₅ H ₅ N). Nitrato de plata AgNO ₃ , ácido nítrico. Azul de bromotimol, isopropanol, tolueno, hidróxido de potasio, ácido sulfúrico	2.6.1.1.1. Contaminación del agua	Ambiental	-1	2	3	3	2	2	2	3	-17	Severo

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
			2.6.1.2.Liberación de gas refrigerante a la atmósfera en las pruebas de contenido de agua, cloro, acidez, sólidos y partículas e impurezas	2.6.1.2.1. Contaminación del aire	Ambiental	-1	2	2	2	2	2	2	2	-14	Moderado
			2.6.1.3. Consumo de energía	2.6.1.3.1. Liberación de CO ₂	Ambiental	-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	Compatible
			2.6.1.4. Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	2.6.1.4.1. Incremento en la seguridad y salud humana	Social	1	1	2	2	1	3	2	2	13	Mediano
				2.6.1.4.2.Aumento en la calidad del medio ambiente	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	2	15	Alto
	2.7. Entrega del refrigerante regenerado	2.7.1. Verificación y entrega del gas regenerados a los técnicos certificados	2.7.1.1. Generación de gases purificados cumpliendo con los estándares de calidad	2.7.1.1.1. Reducción de emisiones de sustancias agotadoras de ozono a la atmósfera	Ambiental	1	1	3	2	2	3	2	3	16	Alto
				2.7.1.1.2. Reducción del costo del refrigerante por el consumo de gas recuperado	Económico	1	1	2	2	2	2	2	2	13	Mediano

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO	CARÁCTER	GRADO DE PERTURBACIÓN	IMPORTANCIA	RIESGO DE OCURRENCIA	EXTENSIÓN AREAL	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	EVOLUCIÓN	ECUACIÓN	VALORACIÓN
				2.7.1.1.3. Incremento en la calidad del aire	Ambiental	1	1	3	3	2	2	1	3	15	Alto
			2.7.1.2. Generación de seguridad personal y ambiental debido al manejo de buenas prácticas	2.7.1.2.1. Incremento en la seguridad y salud humana	Social	1	1	2	2	1	2	2	2	12	Mediano
				2.7.1.2.2. Aumento en la calidad del medio ambiente	Ambiental	1	1	3	3	2	3	1	2	15	Alto
	2.8. Mantenimiento	2.8.1. Ejecutar las labores de mantenimiento; garantizando con ello el buen funcionamiento de los equipos	2.8.1.1. Adecuado funcionamiento de los equipos	2.8.1.1.1. Mejoramiento en la seguridad del proceso de regeneración	Económico	1	1	1	2	1	2	2	2	11	Mediano
				2.8.1.1.2. Disminución de los costos en compra de equipos	Económico	1	1	1	1	2	2	2	1	10	Mediano
			2.8.1.2. Generación de aceite debido a cambio en el compresor para su lubricación	2.8.1.2.1. Contaminación del suelo	Ambiental	-1	3	3	2	1	2	1	1	-13	Moderado
				2.8.1.2.2. Contaminación del agua	Ambiental	-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	Severo

Fuente: *elaboración propia, 2016.*

Anexo 4. Costos específicos de medida para contaminación del agua por sustancias químicas.

- **Extintor de químico seco:**

Extintor de químico seco, 10 libras, de solución efectiva, recubrimiento en acero resistente, acompañado de reglas de mantenimiento y seguridad de uso.

Características generales de extintor de químico seco.



10 libras ABC

Nombre común	TIPO IV POLVO QUÍMICO SECO ABC Mezcla de Fosfato Monoamónico y Sulfato de Amonio
Precio c/u	\$ 47.000
Apariencia física	Polvo Cristalino fino que fluye fácilmente, homogéneo de color amarillo o azul.
Repelencia al agua	99.36 % ° 0,2 %
Densidad aparente	0,82 gr/ml
Higroscopicidad	2% al agua después de una permanencia en una atmósfera de húmeda normal.
Toxicidad y medio ambiente	No es tóxico y No ofrece problemas al medio ambiente.
Tamaño de la partícula	Máximo 0.35 mm
Efecto corrosivo	No es corrosivo si se mantiene seco
Empaques	Sacos de 50 Kg. y cuñetes de 22.5 Kg. Bolsas e 25 Kg
Almacenamiento	Se recomienda almacenar en un lugar seco y en su empaque original. No debe sobrepasar una temperatura de 50 G.C.
Aplicaciones	Retardante del fuego para papel, Maderas, Textiles y otros materiales a base de celulosa., Principales ingredientes de los Extintores de Incendio Tipo A.B.C.

Fuente: UNIPRODUCTOS ingeniería contra incendios

- **Duchas de seguridad con fuente lavaojos:**

Las duchas de seguridad mixta con fuente lavaojos son equipos de emergencia para el uso del personal que labora o se encuentra expuesto a riesgos de contaminación o quemadura química por salpicaduras de productos químicos o materiales sólidos dispuesto en la norma OHSAS en su numeral 1910.151C. Para la fabricación de las duchas, el acero inoxidable 304 es el más utilizados y aprobados para cumplir las especificaciones de la norma ANSI Z358.1/2004.

Características generales de duchas de seguridad mixta con fuente lavaojos.



Tipo de producto		Ducha de seguridad con fuente lavaojos	
Precio	\$ 980.000		
Material de Construcción	Tazón de lavaojos	Acero inoxidable	
	Cabezal de Ducha		
	Tubería	Acero inoxidable	Acero galvanizado
	Rociadores lavaojos	Plástico ABS	
Tipo de llave	Ducha	Apertura sostenida	
	Lavaojos		
Diámetro de conexión	Entrada	1"NPT	
	Salida		
Tipo de anclaje		Montaje en piso	

Fuente: ACUAVAL de Colombia S.A. Bogotá.

- **Alarma contra incendios**

La alarma contra incendios es un sensor análogo iónico de humo, es decir captan un determinado fenómeno (humo) y cuando el valor de ese fenómeno sobrepasa un umbral prefijado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de control y señalización de una forma muy simple, generalmente como cambio de consumo o tensión en la línea de detección.

Características generales de alarma contra incendios



TIPO DE PRODUCTO	Alarma contra incendios Sensor análogo iónico de humo
Código	540219
Referencia	AIE-EA
Dimensión	diámetro 4"
Configuración	Panel FireNET Plus
Alimentación	24 a 40.7 VDC
Consumo	350 uA muy bajo
Uso	Instalar en interiores
Alarmas	Visual y configuración a panel de control
Temperatura de operación	10°C to 50°C
Certificación	UL
Calidad	ISO 9002
Precio	\$ 190.000

Fuente: *Vía industrial. Bogotá.*

- **Kit control de derrames 5 galones químico:**

Los diferentes elementos que componen este kit, permiten el manejo y control de pequeños derrames, de acuerdo a su capacidad, desde 5 a 180 gls.

El objetivo del kit de derrames es contar con un mínimo de elementos que permita dar una primera respuesta ante una emergencia mayor.

Kit control de derrames 5 galones químico



CANTIDAD	KIT TRANS	KIT AMBIENTAL QUÍMICO
1	PEATKILO	Absorbente granulado PEAT MOSS x 1 kilo
2	PS40-1A	Barrera 3 x 4 amarilla Hazmat
2	BHR	Bolsas Hazmat rojas 70 cm x 1 mt con amarre plástico
1	CH	Chalecos reflectivos
1	DBIOL	Desengrasante biodegradable certificado x 1 litro diluido 1:1
1	GN	Guantes de nitrilo de 13" con recubrimiento interno
1	LR	Linterna recargable
1	M5	Maletín pequeño para kit de 5 gls
1	M50	Masilla Epoxica rally de 50gr
5	P1A	Paños amarillo Hazmat
1	RM	Recogedor de mano plástico
1	N95	Respirador N95 sin válvula
1	CSÑ50	Cinta de señalización x 50mts
1		Instructivo de uso
Precio		\$ 75.000

Fuente: Segamcol S.A.S. *Protegemos tu futuro. Bogotá.*

Anexo 5. Evidencia fotográfica resultante de la observación en el CRRR-EC para llevar a cabo la caracterización de las actividades y determinar los principales problemas ambientales

Centro de Recuperación y Regeneración de Gases Refrigerantes del Eje Cafetero



Fuente: *propia*, 2016.

Residuos de polvo y partículas metálicas extraídas de los filtros de la maquina regeneradora



Fuente: *propia*, 2016.

Identificación de gases refrigerantes R134a y R22



Fuente: *propia*, 2016.